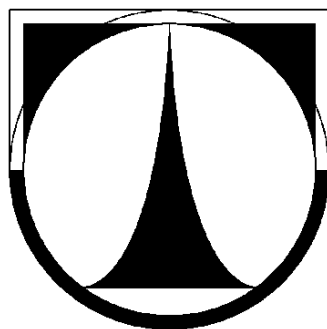


Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní



Vlastimil Vojtěch

NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU VE FIRMĚ ECOM SPOL. S.R.O. PRAHA

Diplomová práce

2011

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

(Obor : Strojírenství)

(Zaměření: Výrobní systémy)

**NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU VE FIRMĚ ECOM SPOL. S.R.O.
PRAHA**

**DESIGN PRODUCTION PROCESS IN THE COMPANY ECOM
Ltd. PRAGUE**

KVS - VS - 209

Vlastimil Vojtěch

Vedoucí práce: Doc. Dr. Ing. František Manlig

Počet stran : 103

Počet příloh : 4

Počet obrázků : 42

Počet tabulek : 45

Počet modelů : 0

nebo jiných příloh: 0

V Liberci 27. května 2011

Diplomová práce KVS - VS - 209

**TÉMA: NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU VE FIRMĚ ECOM S.R.O.
PRAHA**

ANOTACE: Předmětem diplomové práce je návrh štíhlého výrobního procesu ve firmě ECOM s.r.o. v Praze. Cíl práce je zlepšení stávajícího výrobního procesu ve společnosti ECOM a návrh nového pracoviště. Práce využívá teoretické metody štíhlé výroby, které aplikuje na stávající a budoucí pracoviště společnosti. První část práce se zabývá teoretickou přípravou, metodami štíhlé výroby a jejich pochopením. Druhá část se věnuje analýze výrobního procesu, aplikací metod štíhlé výroby a návrhy nového pracoviště.

KLÍČOVÁ SLOVA: Štíhlá výroba, výrobní systém, transport, výrobní čas

**THEME: Design production process in the company ECOM Ltd.
PRAGUE**

ANOTATION: The subject of the diploma thesis is to design a lean manufacturing process in the company ECOM Ltd. in Prague. The object of the thesis is to improve the existing production process of ECOM and the design of new workplaces. The thesis uses the theoretical methods of lean production, which apply to current and future work of the company. The first part of the thesis deals with theoretical training, lean manufacturing methods and the comprehension of these. The second part deals with the analysis of the manufacturing process, the application of lean manufacturing and the design of new workplaces.

KEY WORDS: Lean production, manufacturing process, transport, production time

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 27. 5. 2011

Podpis: Vlastimil Vojtěch

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Doc. Dr. Ing. Františkovi Manligovi za cenné rady, připomínky a nápady. Dále děkuji vedení společnosti ECOM s.r.o. za poskytnutí prostoru k realizaci diplomové práce, všem zaměstnancům společnosti za vstřícnost a ochotu během mého působení ve firmě. V neposlední řadě bych chtěl velice poděkovat rodičům za podporu během studií a paní Jiřině Tejkalové.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. DĚJINY PRUMYSLOVÉ VÝROBY	9
2.1 Henry Ford	9
2.2 Tomáš Baťa.....	10
3. DĚJINY ŠTÍHLÉ VÝROBY	11
3.1 Sakichi Toyoda	12
3.2 Kichiro Toyoda	13
3.3 Taiichi Ohno	14
3.4 Shigeo Shingo	14
3.5 James P. Womack	15
4. PRAVIDLA ŠTÍHLÉ VÝROBY	16
4.1 I. Oddíl - Dlouhodobá filozofie	17
4.2 II. Oddíl - Správný proces přinese správné výsledky	17
4.3 III. Oddíl - Přidávejme hodnotu organizaci tím, že budeme rozvíjet své lidi.....	19
4.4 IV. Oddíl - Neustálé řešení nejhlubších problémů podněcuje organizační učení....	19
4.5 Základní principy štlhlé výroby	22
5. POJMY A METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY	24
5.1 Kaizen	24
5.2 Jidoka.....	26
5.3 Kanban	26
5.4 Heijunka.....	27
5.5 Just in time	28
5.6 Smed	29
5.7 Gemba.....	29
5.8 5S.....	29
5.9 5 Whys	31

5.10 Andon.....	32
5.11 Muda, mura, muri	33
5.12 Poka – yoke.....	36
5.13 Takt time	36
5.14 Cycle time	38
5.15 Standard work	39
5.16 TPM	39
5.17 VSM.....	40
 6. PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ECOM.....	 41
 7. ANALÝZA SPOLEČNOSTI ECOM.....	 42
7.1 Rozbor obratu společnosti za rok 2009.....	42
7.2 Paretova analýza	43
7.3 Analýza detektorů	46
7.4 Popis vestavného detektoru Flasch 06 DAD 600	49
 8. POPIS TOKŮ A VÝROBY V ECOM	 50
8.1 Materiálový tok.....	53
8.2 Spaghetti diagram	54
8.3 Analýza vzdáleností mezi pracovišti	57
8.4 Příprava před montáží detektoru.....	59
8.5 Výroba podsestav.....	61
8.6 Montáž detektoru	64
8.7 Testování detektoru.....	65
8.8 Zhodnocení naměřených dat	66
8.9 Návrh nápravných opatření ke zlepšení současného stavu	68
 9. NÁVRH NOVÉHO VÝROBNÍHO SYSTÉMU.....	 71
9.1 Spaghetti diagram nového výrobního systému	73
9.2 Vzdálenosti mezi pracovišti nového výrobního systému	75
9.3 Příprava před montáží detektoru v novém výrobním systému	76

9.4 Výroba podsestav v novém výrobním systému	77
9.5 Montáž detektoru v novém výrobním systému.....	78
9.6 Testování detektoru v novém výrobním systému	78
9.7 Zhodnocení nového výrobního systému	79
 10. POROVNÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ.....	81
 11. POSOUZENÍ VARIANT PRO SPOLEČNOST ECOM	86
 ZÁVĚR	95
 SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	97
 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK.....	101
 SEZNAM PŘÍLOH.....	103

1 Úvod

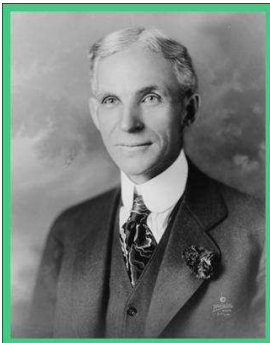
V dnešní době doznívající světové hospodářské krize je důležité pro průmyslové podniky co nejvíce zlevnit, zefektivnit a celkově urychlit stávající výrobu. Pružně reagovat na požadavky zákazníků a výkyvy trhu jako celku. Výrobce je velice často vystaven kolísavému stavu zakázek a extrémně krátkým reakčním časům. Intervaly životnosti výrobku jsou stále kratší a podléhají nepřetržitě dalšímu vývoji, zároveň s požadavky na jeho větší kvalitu. Rozhodující je i nízká cena finálního produktu. Tyto protichůdné požadavky je těžké splnit. Rozdělují podniky na úspěšné a neúspěšné. Pro úspěch podniku je rozhodující plynulá kontrola výrobního procesu, optimalizace, organizace a zefektivnění využívaných zdrojů. Úspěšný výrobní provoz v dnešním konkurenčním prostředí upřednostňuje kvalitu společně s cenou produktu, čehož lze dosáhnout pomocí správného řízení výroby.

Diplomová práce má za cíl provést analýzu, zhodnocení a návrh na změnu stávajících výrobního procesu podniku. Podnikem je firma Ecom s.r.o., která je světově známým dodavatelem v oblasti detektorů pro flash, preparativní a analytické účely, rovněž i kompletních systémů pro analytickou a preparativní chromatografii HPLC. Společnost Ecom s.r.o. byla založena v říjnu roku 1991. Ecom s.r.o. je česká společnost se sídlem v Praze, zaměřená na inovativní řešení v oblastech flash, preparativní a analytické chromatografie. Práce se zabývá zlepšením stávajícího výrobního procesu a jeho optimalizací s návrhem nového výrobního systému. Práce vychází z analýzy vnitřních dat podniku. Práce využívá teoretické přístupy v řízení výrobních procesů v podniku, posuzuje jejich vliv a navrhuje změny ve struktuře výrobního procesu. Hlavním sběrem dat pro analýzu výrobního procesu budou osobní pohovory se zaměstnanci firmy, vnitřní data a měření prováděná v prostorách podniku. Výsledkem práce bude výstup navrhovaných opatření založených na rozboru analýz stávajícího výrobního procesu. Tato práce bude předložena vedení společnosti jako podklad pro budoucí rozhodování vedoucích pracovníků firmy.

2 Dějiny průmyslové výroby

Začátek historie průmyslové výroby se datuje do Anglie 18. století, kdy začíná průmyslová revoluce díky vynálezu parního stroje, který umožnil ruční práci lidí nahradit prací strojů. Postupem času se výroba rozšířila a lidé začali postupně přicházet s různými vylepšeními, jejichž účelem bylo zefektivnit stávající výrobu. Další pokrok přinesly vyměnitelné díly či sériová výroba. Dějiny průmyslové výroby na počátku 20. století velmi ovlivnil americký průmyslník Henry Ford, který svým nápadem zefektivnil, urychlil a zlevnil stávající běžnou výrobu. Tím předběhl svou dobu. V Čechách je v tomto ohledu nejznámější továrník Tomáš Baťa, který díky inovativnímu přístupu k výrobě a zaměstnancům vytvořil obuvnické impérium. Po druhé světové válce ve zničeném Japonsku přišel prezident firmy Toyota Kiichiro Toyoda s výzvou: „*Dohoňme Ameriku během tří let!*“ Díky nápadům těchto pánů se podařilo po celém světě zásadně zlepšit koncepci průmyslové výroby, a tím produkty průmyslové výroby učinit dostupné širokým masám.

2.1 Henry Ford



Obrázek č. 1 - Henry Ford

V roce 1910 otevřela Ford Motor Company novou moderní továrnu Highland Park, ve které bylo poprvé ve výrobě automobilů použito technologie pásové výroby (převzaté z jatek). V dalších letech se technologie výroby automobilů pod vedením Henryho Forda natolik zlepšila, že původní cena automobilu model T postupně spadla z 825 dolarů až na 575 dolarů za kus. Díky vylepšování pásové výroby výrazně klesly náklady na výrobu automobilu a tím i finální cena produktu. Firmě Ford se do roku 1914 podařilo ovládnout zhruba 50 % amerického trhu. Vše se přitom dělo za stavu neustálého zvyšování produktivity práce. Zatím co průměrný dělník v běžné americké automobilce dokázal vyrobit za jeden rok v průměru 5 automobilů, dělník v automobilce Ford jich za stejnou dobu vyrobil 20. [1]

2.2 Tomáš Baťa



Tomáš Baťa byl jedním z nejvýznamnějších průmyslníků mladého Československa. Po první světové válce začal Tomáš Baťa ve svém podniku zavádět doposud v Československu nepoužívané a nevídané věci. V roce 1911 tráví čas Baťa jako řadový dělník u montážní linky automobilových závodů Henryho Forda a po návratu do rodného Zlína se rozhodne zavést ve svém podniku pásovou výrobu.

Obrázek č. 2 - Tomáš Baťa Zavedením pásové výroby se produktivita práce zvýšila o 75 % a počet zaměstnanců o 35 %. Čistý obrat firmy činil 1,9 miliardy Kčs. Koncem roku 1928 tvořila továrna komplex o 30 budovách. [2] V roce 1924 Tomáš Baťa zavádí v podniku tzv. dílenskou samosprávu. Každé oddělení firmy bylo vlastní samostatnou jednotkou v čele s „podnikatelem“, který byl závislý na zisku, a tedy na efektivitě práce. Cílem bylo využít výhod malého podnikání i ve velkém a mohutném koncernu. Vedení podniku se tím zároveň ulehčila práce, neboť vedoucí dílen měli přirozeně starost o co největší kvalitu i kvantitu výrobků svého oddělení. Výsledkem dílenské samosprávy bylo zvýšení výroby a snížení nákladů na čas, materiál a energii. [2]

Zásady samosprávy dílen:

1. Každé oddělení má jednu vedoucí osobnost, odpovědnou za práci, zisk a ztrátu oddělení.
2. Samostatný hospodářský účet zisku a ztráty s týdenním veřejným vyúčtováním.
3. Účast mistrů a některých dělníků na zisku dílny.
4. Osobní odpovědnost každého dělníka za kvalitu své práce.
5. Kolektivní úsilí celé dílny k provedení úkolu.

Henry Ford a Tomáš Baťa se stali historickým dokladem toho, jak inovace a zlepšování ve výrobě mohou výrazně zlepšit postavení firmy na trhu. Díky zavedení opatření, která omezovala ztráty a zvyšovala produkci i produktivitu, se mohly jejich společnosti prudce rozvíjet a expandovat. Postupem let se tyto metody výroby ve stejné či podobné míře rozšířily do celého světa, a tím se smazala původní konkurenční výhoda. Po druhé světové válce v Japonsku podobné novátorské nápady, jak zlepšit hromadnou výrobu zavedenou Henry Fordem, vymyslel a zavedl do praxe Taiichi Ohno.

3. Dějiny štlhlé výroby

Koncepce „štlhlé výroby“ (lean production, lean manufacturing) vznikla v Japonsku ve firmě Toyota v 50. – 60. letech dvacátého století jako alternativa k hromadné výrobě zavedené Henry Fordem v USA. Vyrábět v prostředí poválečného Japonska, kde byl výrazný nedostatek financí na nákladné investice, vyžadovalo vysoký stupeň flexibility. Proto vedení Toyoty přistoupilo ke komplexní organizaci vývoje a výroby produktů zároveň s dodavateli a kontakty se zákazníky tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času. Přitom však mají produkty mnohem lepší kvalitu než produkty vyráběné čistě metodou hromadné výroby.

Štlhlý podnik či v našem případě štlhlá výroba (Lean Production) je záměrný přístup, který nachází plýtvání a zabraňuje ztrátám díky zlepšování výrobních procesů. Ve štlhlé výrobě je pojem plýtvání myšlen jako veškerá činnost, která při výrobě nepřináší přidanou hodnotu a nepodílí se na zvyšování zisku podniku. Štlhlost znamená také dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet při tom méně peněz. [3] Štlhlá výroba není jen obyčejné snižování nákladů. V první řadě jde o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Zeštlhlování je především směr vedoucí ke zvýšení výroby s nižšími režijní náklady a s efektivnějším využitím výrobní plochy společně se zdroji.

Zjednodušeně lze říci: *„Dělá se přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu služby nebo výrobku nezvyšují.“* [4]

Proces štlhlé výroby se skládá z množství jednotlivých nástrojů a principů, jejichž cílem je optimalizace a zlepšení procesů ve výrobě. Výsledkem by měl být stabilní, flexibilní a standardizovaný výrobní proces při co možná nejmenších pořizovacích nákladech na údržbu, seřizování strojů, energie a obsluhující pracovníky.

„Štíhlá výroba je paradigma a způsob myšlení o výrobě. Je to filozofie, která zkracuje průběžný čas eliminací plýtvání, aby byly včas dodávány výrobky vysoké kvality při nízkých nákladech“ [5]

Existence a funkčnost štíhlé výroby musí jít v ruku v ruce s vývojem výrobku a technickou přípravou výroby, logistikou a administrativní činností v daném podniku. V dnešní době má mnoho podniků chybně oddělený vývojový proces od výrobního. Štíhlost vzniká již v počátečních předvýrobních etapách a značná část štíhlého podniku je velmi ovlivněna dodavatelským a logistickým řetězcem či procesy v administrativě. Být štíhlým výrobcem vyžaduje způsob myšlení, který se soustřeďuje na zajišťování nepřerušovaného toku výrobku procesem přidávání hodnoty, jenž působí od poptávky zákazníka zpět postupně tak, že se v krátkých intervalech doplňuje jen to, co odebírá následující činnost, a na kulturu, v níž každý neustále usiluje o zlepšení. [6]

„Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadává objednávku k bodu, v němž inkasujeme hotovost. A ten čas zkracujeme, když odstraňujeme ztráty, které nepřidávají hodnotu.“ (Taiichi Ohno, 1988) [7]

3.1 Sakichi Toyoda



Sakichi Toyoda se narodil ve skromných poměrech v Japonsku v roce 1867. Již odmala měl velký zájem o řemesla a stroje. V roce 1894 si založil firmu na výrobu tkalcovských stavů, které vynikaly důmyslností a kvalitou tkaní. Toyoda jako jeden z prvních přešel od ručního k mechanizovanému pohonu. Byla to doba, kdy si vynálezci museli vše dělat sami. Vlastní metodou

Obrázek č. 3 - Sakichi Toyoda pokusů a omylů si ověřil, jak dosáhnout toho, aby věc fungovala. Tento přístup se stal základem fungování firmy Toyota. Nazývá se přístup *genchi genbutsu*. Výsledkem Toyodova pokusnictví a důmyslnosti vznikl automatický tkalcovský stav na mechanický pohon, který Toyodu proslavil a jeho firmu povzněl. Jeho dalším vynálezem je také mechanismus, který automaticky zastavil tkalcovský stav v okamžiku, kdy se přetrhlo vlákno. Tento vynález postupně získal podobu širšího systému, který se stal jedním ze dvou pilířů TPS. Nazývá se *jidoka* (automatizace s lidskými rysy). Díky své neobyčejné šikovnosti a nápaditosti je Sakichi Toyoda někdy

nazýván japonským Thomasem Edisonem. Jidoka v podstatě znamená zajišťování jakosti, když vytváříte materiál, či „předcházení chybám“. Další význam slova odkazuje na navrhování úkonů, činností a zařízení tak, aby dělníci nebyli připoutáni ke strojům, a měli volnost k vykonávání práce přidávající hodnotu. [8]

3.2 Kiichiro Toyoda



Obrázek č. 4 - Kiichiro Toyoda

Syn Sakichi Toyody a tehdejší prezident firmy Toyota Kichiro Toyoda po návštěvě v automobilce Ford v USA šířil heslo: „Dohoňme Ameriku během tří let!“ Čistě převzetí amerických metod hromadné výroby by v podmínkách poválečného Japonska nevedlo k úspěchu, protože v domácích podmínkách neexistovala tak velká poptávka jako v USA, a proto musel Kichiro Toyoda začít snižovat své náklady i při malém objemu výroby. Z tohoto důvodu se snažil na výrobní linku dostat součástky včas a v dostatečném počtu, a zároveň hledal různé zbytečnosti, které zpomalovaly výrobu. Kiichiro Toyoda tím položil jeden ze základů systému štíhlé výroby, který se nazývá Just in time (JIT).

„Plánuji omezení prostojů v rámci pracovních procesů a při dodávkách dílů a materiálů v nejvyšší možné míře. Základní zásadou realizace tohoto plánu bude přístup „just in time“. Vůdčím pravidlem je neexpedovat ani příliš brzy, ani příliš pozdě.“

(Kiichiro Toyoda, zakladatel Toyota Motor Company, 1938) [9]

Just in Time je filozofický přístup k plánování, organizaci a řízení. Tento princip se dá vyjádřit jako vyrábět výrobky v požadovaném množství, kvalitě a čase. Ve výrobním systému firmy se JIT využívá tak, že potřebné díly a součástky se dostanou na montážní linku přesně v čase, kdy jsou potřeba, a v potřebném množství a jakosti.

3.3 Taiichi Ohno



Obrázek č. 5 - Taiichi Ohno

Taiichi Ohno je považován za hlavního tvůrce metod štíhlé výroby, jež nejenom z velké části vymyslel, ale sám je uvedl do praxe. Taiichi Ohno jako manažer z jedné výrobní jednotky Toyoty v roce 1947 dostal od nadřízeného Kichira Toyody úkol implementovat změny vedoucí k odstranění prostojů a zbytečností za účelem zvýšení produktivity. Nejdříve vymyslel linku, kde jeden pracovník mohl obsluhovat více strojů různých druhů. Tato revoluční změna (cesta od filozofie jeden pracovník - jeden stroj k vizi jeden pracovník - víc strojů/procesů) se zásadně lišila od řešení hromadné výroby. Pomohla zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát, a naznačila naprosto jinou cestu budoucího vývoje. [10]

Základním stavebním kamenem výrobního systému firmy Toyota se staly JIT (Just-In-Time – výroba a dodávky právě v čas) a JIDOKA (autonomation), automatizace s lidskou inteligencí. Na těchto dvou základních pilířích kombinovaných s eliminací plýtvání je založen základ štíhlé výroby.

3.4 Shigeo Shingo



Obrázek č. 6 - Shigeo Shingo

Práce Taiichi Ohna byla doplněna v padesátých a šedesátých letech výsledky Shingea Shinga. Shingo byl zaměstnán v oblasti redukce nastavovacích časů SMED (Single Minute Exchange of Die). Do českého jazyka lze zkratku SMED přeložit jako výměna nástroje během jedné minuty. Tato metoda se zabývá rychlou změnou založenou na týmové spolupráci a zlepšovacích činnostech, jež značně snižují dobu potřebnou pro výměnu a seřízení nástrojů.

Tato metoda umožnila výrobu v mnohem menších dávkách. Takto vytvořená flexibilita byla nedocenitelná při ropné krizi v roce 1973, která zastavila vývoj průmyslu. V následné dlouhé recesi byly metody hromadné výroby absolutně neadekvátní. Jen Toyota a další japonské automobilky, které mezitím převzaly od Toyoty několik metod, díky možnosti a flexibilitě nového výrobního systému mohly stále vyrábět se ziskem navzdory velmi pomalému růstu. Od roku 1965 do roku 1980 se

podíl Japonska na celosvětové výrobě automobilů zvýšil z 8 % na 29 % a dříve nevalná pověst kvality japonského auta nenávratně zmizela. [11]

Japonské automobily (např. toyoty a hondy) měly najednou větší jakost než jiné automobily. V sedmdesátých a osmdesátých letech bylo všem jasné, že v Japonsku se vymyslelo něco pozoruhodného, co stojí za prozkoumání a studium. Významné automobilky z celého světa začaly posílat do Japonska své zástupce, aby zjistily, co stojí za úspěchem japonských automobilek. Pozorovatelé přinášeli získané zkušenosti do svých mateřských závodů. Bohužel většina z nich zaváděla nově nabyté zkušenosti jen povrchně a jejich implementace bez celého systému byla odsouzena k neúspěchu. Jen společnosti, které zavedly celý systém, mohly počítat s dobrými výsledky (Kawasaki, General Electric). K tomu také pomohl Norman Bodek, který objevil a vydal několik anglických překladů knih, v nichž byl popsán výrobní systém firmy Toyota, od Taiichiho Ohna a Shigea Shinga. Největší podíl na rozšíření filozofie a metod štlhlé společnosti má J. P. Womack.

3.5 James P. Womack



Obrázek č. 7 - J. P. Womack

Pro skutečnou osvětu a rozšíření celé filozofie a metodologie štlhlé společnosti nejvíce udělal James P. Womack (profesor Massachusetts Institute of Technology) a jeho kolegové, zabývající se podrobnou studií tohoto systému. Od roku 1984 do roku 1989 vedli projekt financovaný velkými společnostmi automobilového průmyslu a jednotlivých národních vlád Ameriky a Evropy (International Motor Vehicle Program). Projekt měl za cíl prozkoumat japonské techniky a porovnat je se západními technikami hromadné produkce s cílem revitalizace automobilového průmyslu. Oproti hromadné výrobě (mass production) japonský systém nazvali „štlhlá výroba“ (lean production). Výsledky svého průzkumu publikovali v legendární knize „The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production“ (Stroj, který změnil svět: Příběh štlhlé výroby). James P. Womack později založil neziskovou instituci pro rozšiřování vědomostí, metodologie a techniky štlhlé transformace s názvem Lean Enterprise Institute. Vzhledem k rozšíření tohoto systému i do nevýrobní sféry dnes již mluvíme o „štlhlé společnosti“ nebo o „štlhlé transformaci“. Dnes implementaci štlhlé společnosti

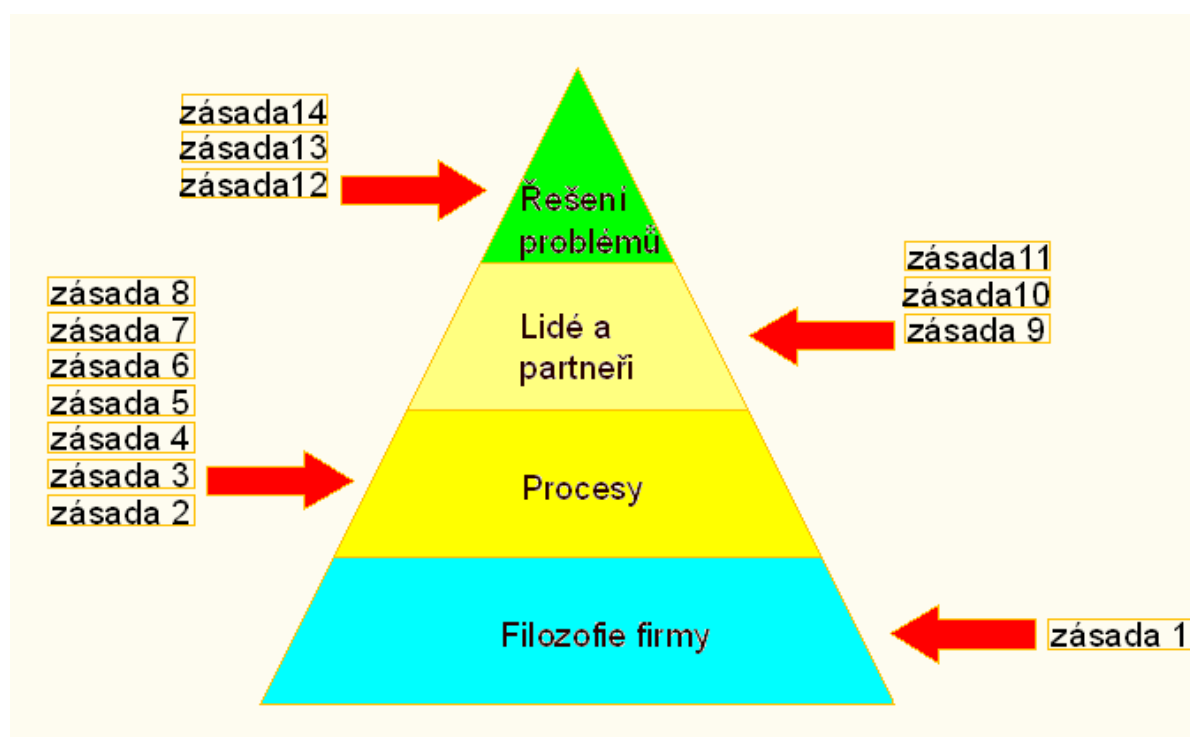
najdeme nejen v automobilovém průmyslu a příbuzných oborech, odkud se tato filozofie rozšířila, ale také v logistických společnostech, potravinářských firmách, ve stavebnictví a cestovním ruchu. [12]

4 Pravidla štihlé výroby

Tato pravidla byla vyvinuta z výrobního systému Toyoty, jenž se nazývá „systém poskytující lidem nástroje k neustálému zlepšování své práce“. Tato pravidla jsou uspořádána do čtyř širokých skupin. [13]

1. Dlouhodobá filozofie.
2. Správný proces přinese správné výsledky.
3. Přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi.
4. Neustálé řešení zásadních problémů podněcuje organizační učení.

Zdroj: inspirováno LIKER,J.:Tak to dělá Toyota



Obrázek č. 8 – Pyramida čtyř pravidel Toyoty

4.1 I. oddíl

Dlouhodobá filozofie

Zásada 1: Zakládejte své manažerské rozhodnutí na dlouhodobé filozofii, a to i na úkor krátkodobých finančních cílů.

Zaměstnanci potřebují důvod k nalezení motivace a stanovení cílů. [13][14]

4.2 II. oddíl

Správný proces přinese správné výsledky

Zásada 2: Změň strukturu pracovních procesů na jednokusový tok tak, aby tvořily kontinuální tok, který dosahuje vysoké přidané hodnoty a zároveň odkrývá problémy ve výrobě, které jsou pro firmu ztrátové. Procesy ve výrobě jsou přepracovány k eliminaci plýtvání (muda) pomocí procesu neustálého zlepšování (kaizen). Druhy plýtvání jsou:

Tabulka č. 1 – Druhy plýtvání

	Druhy plýtvání (mude)	vysvětlení druhu plýtvání
1	Nadprodukce	Výstup výrobního procesu převyšuje požadavky zákazníka.
2	Čekání	Dlouhé čekací časy ve výrobním procesu.
3	Přeprava	Zbytečná přeprava materiálů a jiných předmětů z/do skladu či mezi procesy.
4	Zbytečné zpracování	Špatné postupy při zpracování, přehnaná přesnost nevyžadována zákazníkem.
5	Zásoby	Držení nadbytku zásob, surovin nedokončené výroby či hotových výrobků.
6	Zbytečný pohyb	Více pracovních pohybů, než je potřeba.
7	Vady	Oprava chyb výroby.
8	nevyužitá kreativita	Nevyužité návrhy na zlepšení.

Zdroj: LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*.

Za nejzávažnější typy plýtvání se dají považovat nadprodukce a vady. Nadprodukce představuje větší výrobu, než je reálná potřeba zákazníka. Nadprodukce může být způsobena špatným či nedostatečným plánováním nebo špatným odhadem potřeb zákazníka. Pro firmu především představuje ztrátu v oblasti finanční a časové.

Zásada číslo 3: Využití systému tahu („pull“). Systém tahu zamezí nadprodukcí. Metoda, kdy výrobní proces signalizuje svému předchůdci, že je potřeba více materiálu. Systém tahu produkuje jen požadované množství materiálu a po následné operaci teprve oznamuje spotřebu. Tento systém výrazně snižuje nadprodukcí.

Zásada číslo 4: Ustát výrobu (heijunka) = pracovat jako želva, ne jako zajíc. Cílem je eliminace plýtvání (muda), redukce nevyrovnaného vytížení (mura) a přetažení lidí a strojů (muri).

Zásada číslo 5: Je nutné zastavit výrobní proces, pokud se objeví problém v kvalitě. Kvalita je na prvním místě (jidoka). Každý zaměstnanec má oprávnění zastavit výrobu, aby tím upozornil na problém kvality.

Zásada číslo 6: Standardizování procesů a úkonů je základ pro trvalé zlepšování a zplnomocnění zaměstnanců. I přes byrokratický systém Toyoty je způsob, jakým je zapojen, dává možnost trvalého zlepšování (kaizen) lidmi, kteří jsou ovlivněni tímto systémem. Tento systém umožňuje zaměstnancům podporovat a vylepšovat společnost.

Zásada číslo 7: Používat vizuální kontrolu. Ve výrobku nejsou žádné skryté problémy. Do systému vizualizace je zahrnuto i pravidlo „5S“, používané pro zvýšení produktivity a efektivnosti všech pracovních prostorů. Pravidlo „5S“ pomáhá pracovníkům sdílet pracovní stanice, redukuje čas hledání vhodných nástrojů a zlepšuje pracovní prostředí. Metoda zahrnuje 5 položek.

Tabulka č. 2 – 5 Zásad metody „5S“

	zásada	překlad
1.	SEIRI	odstraň vše nepotřebné - nástroje, materiál, odpad, nečistoty
2.	SEITON	organizuj - co nejlépe uspořádané pracoviště, vše na svém místě
3.	SEISO	uklid' - špína zakrývá plýtvání a poruchy
4.	SEIKETSU	standardizuj - vytvářej standardy pro uklizené a čisté pracoviště
5.	SHITSUKE	disciplína - dodržování a zažití dříve uvedených kroků

Zdroj: [http://en.wikipedia.org/wiki/5S_\(methodology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/5S_(methodology))

Zásada 8: Používat jen spolehlivé, důkladně testované technologie, které slouží vašim zaměstnancům a procesům. Technologie je tažena, nikoliv tlačena výrobou. [13][14]

4.3 III. oddíl

Přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi.

Zásada 9: Vůdčí osobnosti vedoucích pracovníků vychovávejte spíše z lidí ve firmě, kteří své práci důkladně rozumějí, žijí touto filozofií a učí ji ostatní. Bez neustálé důslednosti budou zásady slábnout. Zaměstnanci musí mít uvedené zásady vžité a musí jimi žít a podobně i myslet. Zaměstnanci musí být vzděláváni a školeni, jedině tak společnost zůstane progresivní.

Zásada 10: Objevujte a vychovávejte výjimečné lidi a týmy, které se budou řídit filozofií společnosti. Tým by měl být ideálně složen z čtyř až pěti lidí. Úspěch je založen na týmové práci, ne na práci jednotlivců.

Zásada 11: Respektujte síť partnerů a dodavatelů. Podněcujte je k aktivitě a pomáhejte jim se zdokonalováním. Toyota se chová k dodavatelům stejně jako k vlastním zaměstnancům. Podněcuje je k lepší práci a pomáhá jim toho docílit. Zapojte partnery a dodavatele do podnikání, podporujte partnery, budujte důvěru. Toyota poskytuje dodavatelům multifunkční týmy, které mají za úkol diagnostikovat a opravovat problémy. Díky tomu se dodavatelé stávají kvalitnější a silnější. [13][15]

4.4 IV. oddíl

Neustálé řešení zásadních problémů podněcuje organizační učení.

Zásada 12: Jděte se přesvědčit na vlastní oči a tím získajte důkladný přehled o situaci (genchi genbutsu). Od vedoucích pracovníků Toyoty se tento přístup očekává a musí se osobně seznámit s daty a ověřit si je, aby důkladně poznali situaci.

Tabulka č. 3 – Soubor pravidel deseti zásad

	Pravidla
1.	Mějte na paměti konečný cíl.
2.	Jasně přiďte úkoly sobě a ostatním.
3.	Myslete a mluvte o ověřených a osvědčených informacích.
4.	Plně využívejte informace, moudrosti a zkušenosti druhých, sdílejte je, shromažďujte a diskutujte o nich.
5.	Předávejte informace včas.
6.	Vždy informujte a vše hlaste včas.
7.	Analyzujte a pochopte problémy měřitelným způsobem.
8.	Důsledně dbejte na dodržování metody kaizen.
9.	Myslete mimo zaběhané zvyklosti a standardní pravidla, zapojte zdravý rozum.
10.	Dbejte na vlastní bezpečnost a zdraví.

Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Toyota_Way

Nelze teoretizovat na základě informací od podřízených pracovníků nebo dat zobrazujících se na obrazovce monitoru. Důležité je rozhodovat se na základě údajů osobně ověřených. I nejvýše postavení manažeři a vedoucí pracovníci Toyoty se řídí podle této zásady. Pro tento problém byl vyvinut jakýsi soubor pravidel, který obsahuje deset zásad.

Zásada 13: Rozhodnutí akceptujte pomalu na základě široké shody, po zvážení všech možností ho aplikujte rychle (nemawashi).

Tabulka č. 4 – Parametry rozhodování:

	rozhodující parametry
1.	Zjistit, o co se opravdu jedná.
2.	Určit hlavní příčinu.
3.	Posoudit široké spektrum alternativ.
4.	Udělat konsensus rozhodnutí.
5.	Používat efektivní komunikační nástroje.

Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Toyota_Way

Zásada 14: Staňte se společností, která se stále učí, pomocí neúnavného promýšlení (hansei) a nepřetržitého zlepšování (kaizen). Po zavedení stabilního výrobního procesu je dobré využívat všech pomůcek k nalezení nejhlubších příčin případů neefektivnosti. Pro eliminaci neefektivností je nutné vytvořit nápravná opatření. Moderní trend je

vytvářet výrobní procesy, které nevyžadují takřka žádné zásoby. Veškerým zaměstnancům tak budou zřejmé časové ztráty a plýtvání zdroji. Pokud budou zjištěny ztráty, ved'te pracovníky pomocí procesu neustálého zlepšování (kaizen) k odstranění objeveného plýtvání.

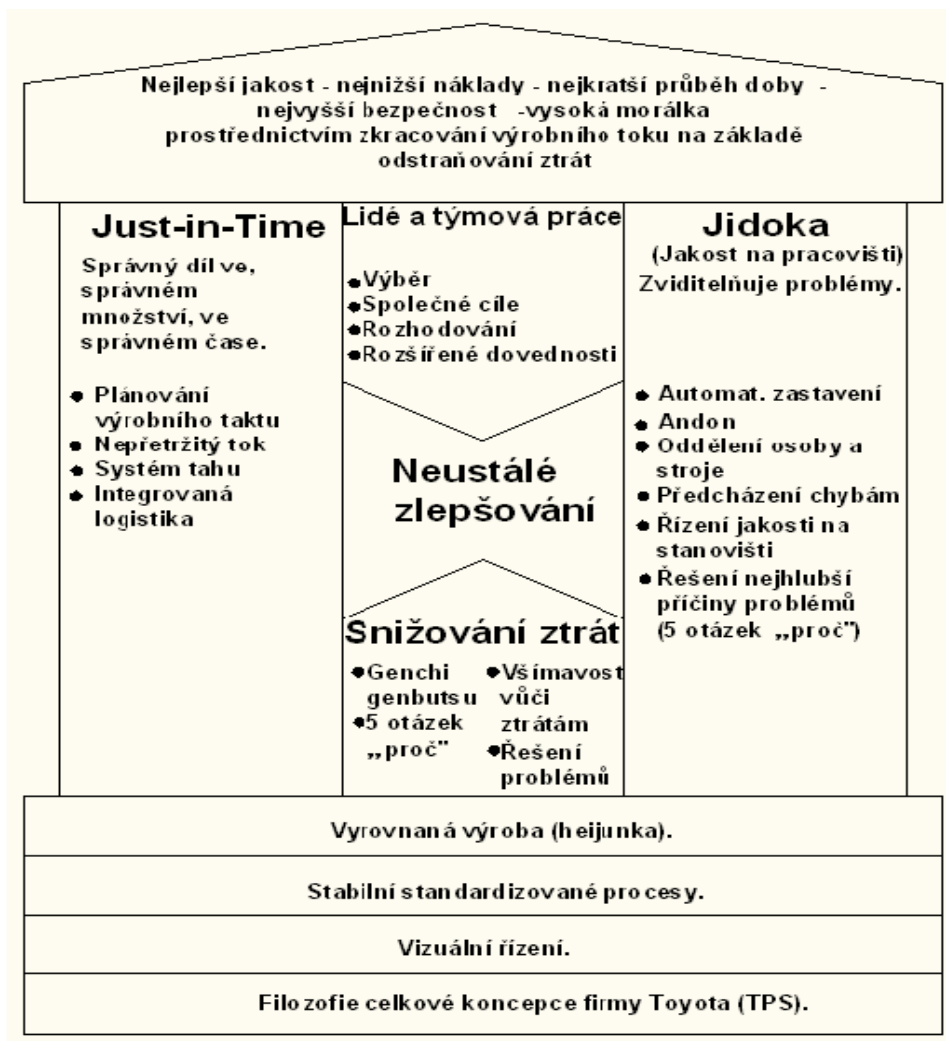
Tabulka č. 5 – Princip postupu obecného řešení problémů

	technika obecného řešení	
1.	Prvotní vnímání problému.	Analýza, sběr informací.
2.	Pochopení problému.	
3.	Vyhledání oblasti / místa příčiny	Původ vzniku problému v procesu.
4.	Objasnění hlavní příčiny (5 proč)	Pochopení a zjištění počátku problému.
5.	Protiopatření	Návrh a aplikování řešení problému.
6.	Posouzení efektivity protiopatření	Analýza efektivity protiopatření.
7.	Standardizování	Pokud je protiopatření úspěšné, zabuduje se do standardů.

Zdroj: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Toyota_Way

Chraňte bázi vědomostí společnosti pomocí toho, že zformujete soustavu stabilních osazenstev, pomalu zvyšujete a velice promyšleně určujete nástupnictví ve funkcích. Proces učící se organizace zahrnuje kritiku veškerých hledisek. Je třeba hledat celkové řešení problému a stanovit jeho základní příčinu. Firma může uplatňovat nástroje TPS, a přitom se řídit jen několika zvolenými pravidly celkového pojetí firmy Toyota. Výsledný efekt bude krátkodobé a neudržitelné zlepšení výkonnosti. Pokud organizace bude prakticky uplatňovat celý soubor pravidel a zásad koncepce TPS, bude na nejlepší cestě k dosažení udržitelné konkurenční výhody. „Štíhlost“ nespočívá v napodobování principů, které využívá Toyota v oblasti určitého výrobního procesu. „Štíhlost“ je záležitostí rozpracování pravidel, které jsou vyhovující pro určitou organizaci, a jejich svědomitého praktického uplatňování, aby dosahovala vysoké výkonnosti, jež neustále přináší přidanou hodnotu zákazníkům a společnosti. [13][16]

Zdroj: inspirováno LIKER, J.: Tak to dělá Toyota



Obrázek č. 9 – Systém výroby firmy Toyota (TPS)

4.5 Základní principy štlhlé výroby

Pět základních principů štlhlé výroby:

1. Pochopení pojmu hodnoty z hlediska zákazníka

Je nutné zaměřit se na pojem hodnota. Jedině to, co zákazník považuje za hodnotu, je pro výrobní společnost důležité. Proto je nutné znát požadavky zákazníka a vědět, v jakém čase a kvalitě se k němu dostane produkt.

2. Analýza toku hodnot

Po správném určení potřeb a hodnot tak, jak je chápe zákazník, je důležité správně definovat hodnotové toky ve výrobním procesu. Stanovit kroky, které hodnotu přidávají, a kroky hodnotu nepřidávající. Kroky hodnotu nepřidávající musíme z celého výrobního procesu odstranit.

3. Plynulý tok

Plynulý tok materiálu a hodnot se zavede všude tam, kde je to možné. Dlouhé doby čekání, přesouvání velkých výrobních dávek produktu mezi jednotlivými pracovišti a obdobné činnosti se snažíme eliminovat. Tento postup má za následek zvýšení plynulého toku a snížení rozpracované výroby.

4. Vytvoření systému tahu „pull“

Podnik nevyrábí na sklad, ale pružně reaguje na požadavky zákazníka. To znamená, že samotná výroba je podmíněna požadavkem zákazníka. Procesy výroby jsou co nejbližší zákazníkovi a dodavateli, vyrábí se tedy jen takové zboží, které je třeba, a pouze v potřebném množství.

5. Dokonalost

Po uplatnění veškerých předchozích principů hledáme možnosti, jak je dovést k dokonalosti. Na těchto základních principech je vidět, že mapování toku hodnot je velice významným krokem pro zavedení a dodržování podstaty štíhlé výroby. Tedy odstraňování činností, jež nepřidávají hodnotu produktu z pohledu zákazníka. Zákazník není ochoten za činnosti nepřinášející hodnotu zaplatit.

5. Pojmy a metody štihlé výroby

Štihlá výroba je souhrn instrumentů a principů soustřeďujících se na výrobu, výrobní pracoviště, výrobní linky, strojní zařízení, výrobní zaměstnance. Za cíl si klade stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu. Tato kapitola se zaměří na popis a vysvětlení nejužívanějších principů, které se vyskytují při „štihlé“ výrobě.

Tabulka č. 6 – Pojmy a metody štihlé výroby

č.	NÁZEV
1.	KAIZEN
2.	JIDOKA
3.	HEIJUNKA
4.	JUST IN TIME
5.	KANBAN
6.	SMED
7.	GEMBA
8.	5S
9.	5WHYS
10.	ANDON
11.	MUDA, MURA, MURI
12.	POKA-YOKE
13.	TAKT TIME
14.	CYCLE TIME
15.	STADART WORK
16.	TPM
17.	VSM

5.1 KAIZEN

Výraz kaizen, anglicky improvement, česky zlepšení, je filozofie pocházející z Japonska („kai“ – změna a „zen“ – lepší). Filozofie kaizen znamená neustálé zlepšování, do kterého je zapojen každý zaměstnanec firmy, od dělníka až po vedoucího manažera. Systém je založený na principu, že zaměstnanci podniku musejí používat svůj rozum stejně dobře jako svaly a ruce. Se zlepšením může přijít jak řadový dělník, tak významný funkcionář.

Kaizen má široký záběr působnosti od obchodní až po výrobní sféru. Filozofie se zaměřuje na odstranění plýtvání a zlepšování daných činností. Metoda vyžaduje určité množství duševní aktivity pracovníků. Tato každodenní činnost prováděná mimo běžné aktivity zaměstnanců dělá pracovní místa humánnější a odstraňuje zbytečně náročnou práci. Zároveň zaměstnance učí jak vykonávat experimenty pomocí vědeckých metod a jak nalézt a vyloučit plýtvání ve výrobním procesu. Na zlepšovací činnosti se mohou podílet všichni lidé spojení s danou společností, tedy i externí pracovníci či dodavatelé. Význam mají i ta nejmenší vylepšení. Hlavní znaky kaizen se dají definovat. [17][18]

Tabulka č. 7 – Hlavní znaky Kaizen.

1.	Neustálé zlepšování pomocí drobných kroků.
2.	Zaměstnanci chodí sami s návrhy na zefektivnění výroby, v níž se nejvíce pohybují právě oni, ne manažeři.
3.	Zaměstnanci chápou, že odstraněním zbytečných prostojů a plýtvání mění firmu k lepšímu.
4.	Motivuje k lepší práci, pracovníci se podílejí na řízení.
5.	Pomocí této filozofie se nepřetržitě odstraňují chyby, zvyšuje se kvalita a efektivita.

S podobnými zlepšovacími principy, které používá kaizen, přišel W. Edwards Deming. Princip PDCA (Plan-Do-Check-Act) je základním modelem pro dosažení neustálého zlepšování. Tato metoda se skládá ze čtyř bodů, které nikdy nekončí, a měly by se pro zabezpečení neustálého zlepšování pořád opakovat. [19]

Tabulka č. 8 – Princip PDCA (Plan-Do-Check-Act)

1.	Plan (Plánuj)	Vytvoření plánu aktivit zlepšování.
2.	Do (Vykonej)	Realizace plánovaných činností (většinou v menším měřítku).
3.	Check (Zkontroluj)	Analýza dosažených výsledků (včetně porovnání s očekávanými výsledky).
4.	Act (Reaguj)	Reakce na dosažené výsledky a provedení vhodné úpravy procesu.

5.2 JIDOKA

Jidoka (autonomizace, automatizace s lidskou inteligencí) je jedním z klíčových nástrojů štíhlé výroby. Tento systém umožní strojům nebo pracovníkům ihned zjistit nenormální stav ve výrobě a okamžitě zastavit výrobu. Princip jidoka lze popsat jako „automatizaci s lidským dotykem“. Kvalita je důsledně monitorována, každý člen týmu je zodpovědný za provedení kontroly kvality před předáním zpracovaného zboží na následující stanoviště výrobní linky. Pokud je zjištěna závada nebo chyba, je neprodleně řešena – i kdyby to mělo znamenat přechodné zastavení linky. V případě neautomatické verze autonomizace kontrolují pracovníci nejen práci vlastní, ale i kvalitu všech předchozích operací (například při ruční montáži). Princip Jidoka je podporován čtyřmi důležitými prvky, které pomáhají zajistit v každé fázi výrobního procesu udržení kvality. Jsou to genchi genbutsu, andon tabule, standardizace a poka-yoke. [20][21][22]

5.3 KANBAN

Výraz Kanban znamená v překladu z japonského jazyka oznamovací kartu, štítek. Kanban můžeme označit za jeden z podpůrných nástrojů metody JIT. Kanban je jednoduchý, přizpůsobivý systém zaměřený na dílenské plánování. Zároveň je účinnou metodou řízení, kontroly a monitorování toku materiálu. Princip kanbanu lze popsat jako znamení, které dává pokyn pro výrobu nebo transport materiálu či součástek.

Tabulka č. 9 – Pravidla kanban

	Pravidla kanban
1.	Následující proces odebírá součástky jen podle informace na příslušné kanban kartě (množství, typ).
2.	Nesmí se produkovat jiné množství součástek, než je uvedeno na kartě.
3.	Převzetí nekvalitních součástky z předcházející operace na operaci následující je nepřijatelné.
4.	Palety se součástkami mohou být skladovány a přepravovány jen společně s kanban kartami.
5.	Počet kanban karet v oběhu musí být co nejmenší a zároveň v souladu s potřebou finální montáže.

Zdroj: <http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>

Systém funguje tak, že dodavatel, sklad nebo výroba poskytuje jen součástky, které jsou potřebné v určitém množství a v daném čase tak, aby bylo zamezeno výskytu přebytkového inventáře. Pracoviště díky tomuto systému vyrobí jen požadované

množství produktů na základě kanban karet. Na rozdíl od tradičního způsobu masové výroby „tlaku“ (push), kde je materiálový tok založen na odhadu počtu tržeb, je materiálový tok systému kanban vytvořen na metodě „tahu“ (pull): vyráběj, jen pokud existuje objednávka. Díky tomuto principu se zásoby na meziperačních pracovištích mohou omezit na nutné minimum. Ostatní zásoby nedokončené výroby je možné efektivně snížit. Díky kanbanu procházejí součástky výrobním systémem pouze na základě požadavku montáže, bez zbytečného rozpracování a meziskladů.[21][23][24]

5.4 HEIJUNKA

V dnešní době mnoho firem míří k cíli plynulého toku či toku jednoho kusu. Společnosti chtějí produkovat jen to, co zákazník požaduje, místo přístupu, který se také vyskytuje, tedy rychle zvýšit a pak opětovně rychle zpomalit výrobu na objednávku. Objednávky zákazníků se měsíc od měsíce liší, a díky tomu dochází k nerovnoměrnému plánování výroby. Ve výsledku takový postup znamená, že takové společnosti vytvářejí obrovské výrobní kapacity, platí přesčasy a stresují své zaměstnance v jednom týdnu, ale další týden je posílají domů z důvodu nízkých objednávek. Přitom se dá této situaci předejít a účinně ji eliminovat pomocí přesného, vyváženého, štíhlého pracovního toku. Výraz heijunka znamená vyrovnaní výroby pomocí plánování objemu a složení sortimentu. Systém pracuje tak, že se produkty nevyrábějí podle aktuálního toku zakázek. Heijunka pracuje se širším objemem zakázek za určité časové období, tento objem rozdělí a naplánuje tak, aby stejné množství a druhy výrobků bylo vyrobeno každý den. Skladba výrobků poté pokryje objednávky za dané období. Vhodné je také využít zrychlené přetypování nebo změny výroby (SMED).

V reálném systému výroby na objednávku se sestavují výrobky X a Y v produkčním sledu podle zakázek (např. X, X, Y, X, Y, Y, Y, X). Tento postup má za následek, že výrobky vznikají nepravidelně. Pokud jsou zakázky dvakrát větší v pondělí než v úterý, následkem je navýšení přesčasů v pondělí a posílání pracovníků domů v úterý. Správnou reakcí je vytvořit každodenní plánovanou hladinu produkce, která bere v potaz současné požadavky zákazníka, stanovit vzorec objemů a kombinací (mix) a vymezit plánovanou hladinu. Pokud víme, že produkce je 4X a 4Y, vytvoří se plánovaná hladina XYXYXYXY. Tento postup se nazývá vyrovnavání (leveled), mix výrobní produkce. [25][26]

5.5 JUST IN TIME

Metoda výroby „právě včas“ se nazývá v anglosaských zemích just in time (JIT). JIT je filozofie řízení zejména opakované výroby, ve které jsou provoz, pohyb materiálu i zboží realizovány co nejrychleji a nejhospodárněji, podle technologické potřeby a v co nejmenších výrobních dávkách. Výroba je zaměřena na skutečné potřeby bez zbytečného skladování a výrobních dávek. Smyslem JIT je oprostit se od neefektivně vázaného kapitálu v tradičně řízeném výrobním systému. Získané finanční prostředky se mohou investovat do vývoje nových produktů, na zaškolení zaměstnanců či podporu prodeje. Pojetí metody JIT je prosté. Nadměrný inventář (zásoby) je pokládán za odpad (plýtvání). Pomocí metody JIT získáme přehled o drženém a uskladněném zboží a materiálu. Přejít od standardního postupu k JIT je složitá záležitost. Tento zcela nový přístup k práci a její organizaci se musí řídit určitými pravidly. JIT je soubor metod z mnoha oborů průmyslového inženýrství a řízení výroby. Veškeré problémy se nedají řešit jen redukcí inventáře, je nutné použít i doprovodné metody, které JIT podpoří.

Tabulka č. 10 – Efekt JIT ve výrobě

	Efekt metody JUST IN TIME ve výrobě
1.	Snižuje mezioperační zásoby tím, že výroba probíhá v relativně malých dávkách.
2.	Výrazně snižuje dobu obratu zásob.
3.	Výrazným snížením seřizovacích nákladů dosahuje vyšších hospodárnosti výroby.
4.	Zkracuje výrazně průběžné doby výroby.

Zdroj: MELČÁK, M.: Výrobní management. Učební texty

Efekty a výhody ze zavedení JIT jsou větší finanční příjmy z prodaných výrobků díky odstranění zbytečně drženého inventáře. Reakční doba firmy na poptávku zákazníka se sníží díky rychlejšímu přetypování pracovišť. Skokově se zlepší kvalita výroby. Pokud se do výrobního procesu dostane nekvalitně vyrobený předmět, tok materiálu se přeruší a společnost ušetří finanční prostředky za případnou další nepovedenou výrobu. Společnost nemusí držet velké skladovací prostory, protože rozpracovaná výroba prakticky neexistuje. Zlepší se struktura pracovní doby. Každý zaměstnanec vykonává jen potřebnou práci, která přidává výrobku hodnotu. Podmínkou dobrého fungování JIT jsou kvalitní a pružní dodavatelé. [27]

5.6 SMED

SMED je jednou z mnoha metodik štíhlé výroby pro snižování plýtvání ve výrobním procesu. Je to rychlý a účinný způsob přestavění výrobního procesu z aktuálního produktu na další produkt. Smysl této metody spočívá ve zkrácení časů přetypování výroby pod 10 minut na číslo jednociferné (single minute). Rychlost vykonávání změn ve výrobním procesu má velký význam. Výroba se zlevní a zvýší se flexibilita procesu. Když Toyota zavedla tento systém ve výrobě, znamenalo to snížení časů přeměn z hodin na minuty. [28]

5.7 GEMBA

V japonštině pojem gemba znamená „skutečné místo“. Překlad v souvislosti se štíhlou výrobou znamená vidění problémů u zdroje přímo v místě výroby. Management společnosti Toyota uskutečňuje tzv. gemba walk, kdy vedoucí zaměstnanci procházejí místa výroby, hledají znaky plýtvání, poté se je snaží odstranit, a tím zdokonalují stávající výrobu. Díky blízkému kontaktu s výrobou získávají vedoucí pracovníci komplexní přehled o výrobě a vznikajících problémech, které pak mohou účinně řešit. Zaměstnanci Toyoty věří, že úspěch společnosti závisí na přidané hodnotě předávané zákazníkovi, a vznikající v místě výroby. Ve spojení s výrazem „gemba“ souvisí pojem „genchi genbutsu“, v překladu „Jdi a podívej se sám“. Genchi genbutsu vychází z názoru, že velké množství informací o procesu bude při hlášení zjednodušeno a vytrženo z kontextu. [29]

5.8 5S

Plán „5S“ je orientován na organizaci, čistotu, pořádek a standardizaci pro zdokonalení produktivity, účinnosti, obsluhy a bezpečnosti. „5S“ si klade za cíl stejně jako ostatní metody zlepšování procesů a odstranění plýtvání. Metoda „5S“ je jeden ze stavebních pilířů pro další zlepšování procesů a zavádění principů průmyslového inženýrství štíhlého podniku. Zkratka „5S“ zastupuje pět základních principů pro zabezpečení řádné organizace pracoviště. Tato jednoduchá pravidla mají velký vliv na využití času, energie, potenciálu zaměstnanců a strojů. Zkratka pochází z pěti japonských slov začínajících písmenem S: seiri (úklid), seiton (pořádek), seiso (čištění), seiketsu (standardizace), shitsuke (disciplína, výcvik).

Tabulka č. 11 – „5S“

	5 S	Překlad	Pravidlo
1.	Seiri	Úklid	Odstranit přebytečné a ponechat jen používané funkční prostředky.
2.	Seiton	Pořádek	Uložit každý předmět na své místo, zvýšit přehlednost a funkčnost.
3.	Seiso	Čištění	Udržovat pořádek na pracovišti jako základ kvality práce.
4.	Seiketsu	Standardizace	Pomocí standardů podporovat návyky v pořádku, čištění a úklidu.
5.	Shitsuke	Disciplína	Dodržovat předpisy a normy na pracovišti.

Zdroj: Mašín I., Vytlačil M.: Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí.

Metoda „5S“ je zaměřena na úklid, pořádek, čištění a standardizaci vedoucí k zlepšení produktivity výrobního systému. Princip lze velice dobře využít ve společnostech podnikajících ve výrobním odvětví i ve firmách zabývajících se sférou služeb. Program zvyšuje produktivitu práce i zisk a zároveň snižuje výrobní náklady. Zanedbatelný není ani fakt, že se projeví také na kvalitě práce a její bezpečnosti. Uvedené účinky „5S“ dosahuje snížením plýtváním s časem, materiálem a ukončením činností nepřidávajících hodnotu.

Tabulka č. 12 – důvody pro zavedení „5S“

	Důvody pro zavedení „5S“
1.	Výskyt špíny na pracovišti (v provozu).
2.	Nepořádek, přebytečné (zbytečné) a překážející věci v provozu.
3.	Skryté abnormality (defekty) na strojích.
4.	Překážky v toku výroby díky zbytečným věcem a častému hledání.
5.	Apatie (netečnost) lidí k nepořádku, únikům a abnormalitám.
6.	Provoz nezaujme zákazníka pořádkem a čistotou.

Zdroj: Mašín, I., Vytlačil, M.: Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí.

Kromě již uvedených předností má oproti standardním metodám údržby pracoviště metoda „5S“ další efekt, a to podporu návaznosti výrobního toku. Důvody a cíle zavedení programu „5S“ uvádějí autoři Mašín a Vytlačil.

Tabulka č. 13 – základní cíle „5S“

	Základní cíle „5S“
1.	Změnit postoje pracovníků k pracovištím a výrobním zařízením.
2.	Vytvořit disciplinované a organizované pracoviště.
3.	Připravit kompetentní pracovníky z pohledu výrobních zařízení a pracovišť.
4.	Pozitivně zaujmout a ovlivnit zákazníka.
5.	Budovat spolehlivou továrnu v konceptu vizualizace

Zdroj: Mašín, I., Vytlačil, M.: Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí.

Pomocí „5S“ lze dosáhnout zlepšení a zjednodušení materiálového toku, rozmístění strojního zařízení, umístění materiálu a zásob. [30][31][32]

5.9 5 WHYS

5 Whys, česky 5 proč, je velice účinná metoda sloužící k vypátrání skutečné příčiny, nejčastěji vady výrobku nebo poruchy stroje. Nalezení základního důvodu je nezbytným předpokladem k jeho odstranění, a tím i důsledků. Odstraněním příčiny, která nebyla základní, nelze problém trvale odstranit, a poté opakovaně dochází k nežádoucímu stavu. Opakování problému je signálem, že odstraněná příčina nebyla tou základní. Postup metody 5 Whys spočívá v kladení otázky „Proč?“, pětkrát za sebou. Zkušenost ukázala, že pět za sebou jdoucích jasných otázek stačí k odfiltrování domnělých nezakladních příčin.

Tabulka č. 14 – 5 whys

	5 proč (5 Whys)	Odpověď
1.	Proč nejede automobil?	Protože došel benzin.
2.	A proč nemá benzin?	Protože jsem benzin zapomněl koupit.
3.	A proč jsi ho zapomněl koupit?	Protože jsem nevěděl, že dochází.
4.	A proč jsi nevěděl, že dochází?	Protože je tma a nevidím na palivoměr
5.	A proč není vidět na palivoměr?	Protože jsem nevyměnil prasklou podsvěcovací žárovku na palubní desce.

Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys

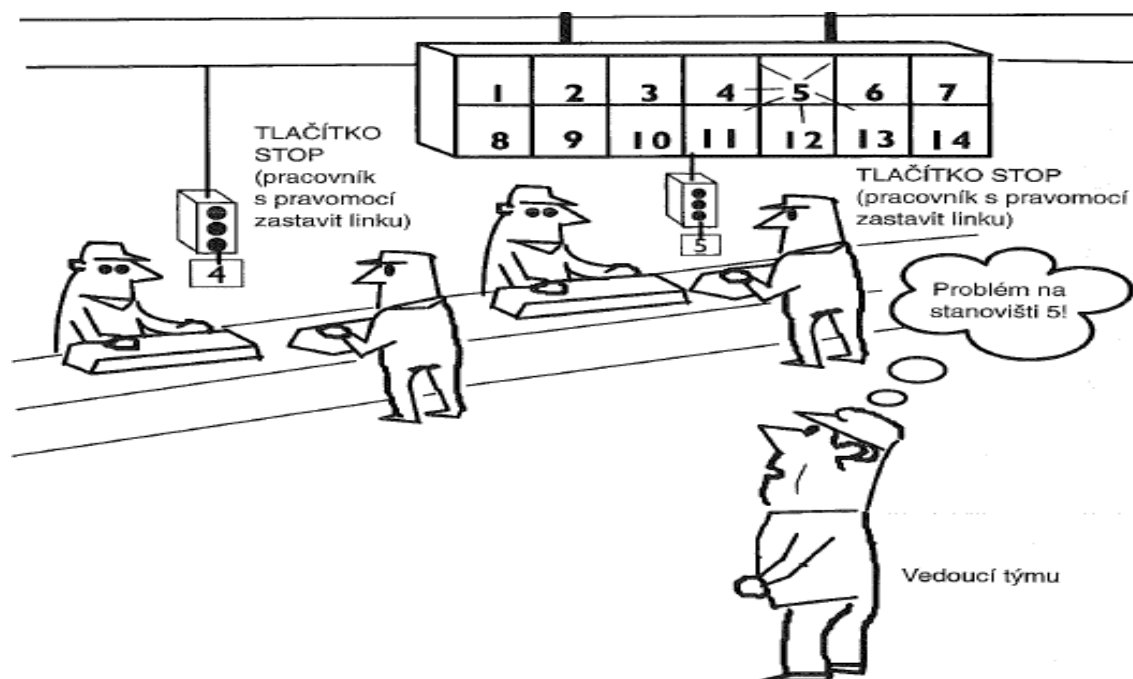
Například v TPS je analýza typu 5 Why používána kupodivu mnohem více než Six Sigma. Úspěchy Toyoty dokazují, že složitý nástroj analýz jako Six Sigma není vždy to pravé. Metoda 5 Why je jednoduchá a účinná. Taiichi Ohno zdůrazňuje, že skutečné

řešení problému vyžaduje poznání „nejhlubší příčiny“ spíš, než zdroje problému. Nejhlubší příčina bývá skryta za takovým zdrojem. [33]

5.10 ANDON

Andon je původně označení typu japonských papírových lampiónů. Ve výrobě je však význam slova jiný. Andon je světelná tabule informující o aktuálním stavu pracoviště a výroby. Systém upozorňuje řídicí pracovníky, údržbu a ostatní zaměstnance na problém ve výrobě (kvalitativní, množství, procesní atd.). Základní částí je návěštní tabule obsahující signální světla, která označují jednotlivá pracoviště. Upozorňující znamení může být spuštěno automaticky nebo ručně pracovníkem. Samotný signál může být různý: zvuky, melodie označující jednotlivé problémy, nebo vizuální znamení, kdy se zobrazují symboly či celá schémata. Díky takovému značení je obsluha ihned informována o problému a je schopna na něj rychle reagovat a ušetřit tím čas nutný na diagnostiku. Z důvodu přehlednosti by andon měl používat co nejméně textu a víc se zaměřit na symboly. Systém může mít zařízení k zastavení výroby a volání o pomoc, která okamžitě problém vyřeší. Andon je jednou ze základních pomůcek kontroly kvality podle metody jidoka. [34][35]

Zdroj: LIKER, J., Tak to dělá Toyota.



Obrázek č. 10 – Systém andon na ruční montážní lince

5.11 MUDA, MURA, MURI

Pojem plýtvání (japonsky muda) zahrnuje vše, co přidává náklady k výrobku nebo službě, aniž to zvyšuje jejich hodnotu. Jinými slovy je to vše, co zákazník nechce uznat jako hodnotu a nechce to zaplatit. Redukce a snižování plýtvání je účinnou cestou ke zvýšení ziskovosti společnosti. Zaměstnanci na různých pozicích mají představu o jednotlivých druzích plýtvání, problém však je toto plýtvání vidět a vnímat. Důsledkem plýtvání mohou být nevyužití stroje (úzká místa), vysoké prostoje, vysoké zásoby, rozpracovaná výroba, přetížení pracovníci, nezpůsobilé procesy, vysoká zmetkovitost, velké množství vícepráce, složité materiálové toky, neustále skluzy v plánu a podobně. [19] Odstraňování plýtvání přináší takřka neomezené možnosti zkvalitňování procesů a je zároveň jedním ze základních kroků na cestě ke štíhlé výrobě.

Sedm druhů plýtvání ve výrobním procesu.

1. Plýtvání nadprodukcí

Zjednodušeně řečeno, nadprodukce vzniká, pokud se vyrobí více výrobků, než je požadavek zákazníka. Tento typ plýtvání se objevuje většinou při snaze o vyšší využití výrobních kapacit nebo při snaze vyrobit větší množství dokončených produktů navíc, jaksi „pro případ nouze“ (porucha zařízení, nenadálá vysoká zmetkovitost apod.). Výsledkem nadprodukce je zbytečně zvýšená potřeba skladovacích prostorů a narušení návaznosti výrobního toku. Zároveň se zvyšují administrativní a dopravní náklady.

2. Plýtvání čekáním

K plýtvání čekáním dochází tehdy, když se objeví překážka bránící pokračování výrobního procesu. Mezi nejčastější případy plýtvání čekáním patří porucha stroje, nedostatek materiálu anebo nerovnoměrná výroba. Může to ale být i absence potřebných informací nebo přílišná byrokracie. Tento druh plýtvání se dá snadno identifikovat. Muda v této oblasti může být jen několik minut či vteřin. Některé společnosti jsou již se štíhlou výrobou tak daleko, že řeší a eliminují prostoje v délce několik desetin vteřiny.

3. Plýtvání nadbytečným množstvím zásob

WIP (work in progress), česky rozpracovaná výroba, je přímý důsledek nadprodukce a čekání. Nadbytečné zásoby mají tendenci skrývat problémy ve výrobních provozech, které musí být identifikovány a řešeny v zájmu zlepšování provozní výkonnosti. Tento typ muda vzniká skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků, které se hromadí v prostoru, na stolech či skladech. Veškeré tyto položky zbytečně zabírají prostor a vyvolávají potřebu dalších finančních nákladů na vysokozdvizné vozíky, regály, další pracovníky apod. Přitom prostor by se měl využívat tak, aby přinášel firmě hodnotu. V nadměrně vysokém pracovním kapitálu (zásoby, rozpracovaná výroba aj.) se také vážou nemalé finanční prostředky, které by bylo možné investovat mnohem účelněji.

4. Plýtvání vadami a zmetky

Nekvalitní a zmetkovité výrobky představují několik zbytečných nákladů. Oprava zmetků či vad výrobků vyžaduje práci zaměstnanců i finanční prostředky navíc. Ve výsledku tato zbytečná činnost zvyšuje celkové náklady výroby a zároveň snižuje kapacitu společnosti. Dále je tu riziko, že nekvalitní výrobek se dostane až ke koncovému uživateli, kde následky mohou být fatální. Správný lean manažer se snaží zajistit kvalitní a spolehlivé dodavatele součástek a zároveň vede své podřízené k nulové zmetkovitosti.

5. Plýtvání zbytečnými pohyby

Jen některé pohyby zaměstnanec dávájí produktu přidanou hodnotu. Například cesta zaměstnance od výrobní linky do skladu materiálu těžko přidá výrobku hodnotu. Hodnotu produktu nepřinášejí ani četné pohyby paží montážního dělníka u výrobní linky. Například zvednutí součástky ze zásobníku není pohyb, který by přidával rozdělanému výrobku přidanou hodnotu, protože nepřiblíží výrobek k dokončení celkové montáže. Podle teorie štíhlé výroby je až přimontování součástky k výrobku přidanou hodnotou. V této souvislosti je důležité se ptát, který z pohybů lze z výrobního procesu odstranit. Jaký postup by se měl zvolit, aby se snížil počet pohybů, které nepřinášejí přidanou hodnotu. Každý manažer si musí rozmyslet, co je efektivnější: zda

nechat dělníky natahovat ruce při braní součástek z krabice, nebo přesunout krabici, a eliminovat tak jeden pohyb nepřidávající hodnotu.

6. Plýtvání přepravou

Doprava externí i interní je nutností, bez níž se žádný výrobní podnik neobejde. V nejlepším případě by doprava zahrnovala jen přepravu materiálu do firmy a transport hotových výrobků k odběrateli. Bohužel tento ideální stav má k praxi dost daleko. Často bývá výrobní proces rozdělen do několika částí. Skladovací prostory se nacházejí daleko od výroby. Vnitropodniková doprava pak musí zajišťovat materiálový tok a náklady s ní spojené znamenají plýtvání. Každý transport výrobku či součástky je proces, který nepřináší hodnotu, a projeví se negativně na finální ceně produktu. Další náklady tvoří zaměstnanci a technika provádějící přepravu. Rozumné umístění věcí spolu s redukcí transportních vzdáleností na nejkratší možné úseky zabrání zbytečné manipulaci, urychlí materiálový tok, ušetří čas a finanční prostředky.

7. Plýtvání špatným zpracováním

I při samotném technologickém procesu výroby se může objevit plýtvání. Jedná se o závady způsobené špatným nástrojem či špatným rozmístěním výrobní linky nebo příliš náročnou kontrolou kvality. Plýtvání podobného typu lze většinou odstranit zdravým rozumem. Jak účinně spojit dvě pracoviště v rámci výrobního procesu? Umístit mezi montážní linku a svařovnu pásový dopravník, anebo dvě pracoviště spojit dohromady do těsné blízkosti. Štíhlá výroba se vždy snaží jít cestou jednoduchosti spolu s efektivností.

8. Plýtvání nevyužitím potenciálu pracovníků

Podniky zaměstnávají pracovníky kvůli jejich fyzickým schopnostem (svaly, ruce), ale většinou již nevyužívají jejich inteligenci a kreativitu. Kvůli tomu společnosti v některých případech uniká možnost vylepšit a zkvalitnit výkon firmy. Tento druh plýtvání mohou redukovat vedoucí zaměstnanci. [36] [37]

Mura

Mura je japonský výraz pro nepravidelnost, nerovnoměrnost a nesoulad. Společnost Toyota výrazem mura označuje druh plýtvání vznikající kvůli nerovnoměrnému plánování výroby. K nerovnoměrnému plánování výroby dochází díky rozdílným objednávkám zákazníků. Z tohoto důvodu se zavádí vyrovňávání výroby a skladba rozplánování veškerých objednávek za určitý časový úsek (heijunka), aby se zaručil plynulý tok výroby a práce.

Muri

Výraz muri se dá přeložit jako přetížení. Označuje se jím další typ plýtvání v systému TPS. Zamezit přetížení je možné prostřednictvím standardizací práce. Výsledek se projeví tak, že strojní zařízení a zaměstnanci nebudou přetěžováni.

5.12 POKA - YOKE

Japonský výraz poka-yoke, anglicky fail-safing, lze přeložit do češtiny jako nástroj, který pracovníkovi pomůže předcházet chybám. Cílem tohoto systému je snaha předcházet chybám pomocí prevence či ochrany. Poka- yoke je nízkonákladové, velice spolehlivé zařízení, využívané systémem jidoka které zastaví proces a preventivně chrání výrobu před zmetky a špatným procesním postupem, a zároveň dovoluje provést činnost jen jediným možným způsobem (zástrčky, konektory, přípravky atd.). Nejčastější chybou zaměstnanců je zapomnětlivost, nedorozumění, neodbornost, překvapení a úmyslné chyby. Výsledkem těchto chyb mohou být vynechané montážní operace, vadná montáž, nesprávné zakládání kusu, chybějící díly atd. [38]

5.13 TAKT TIME

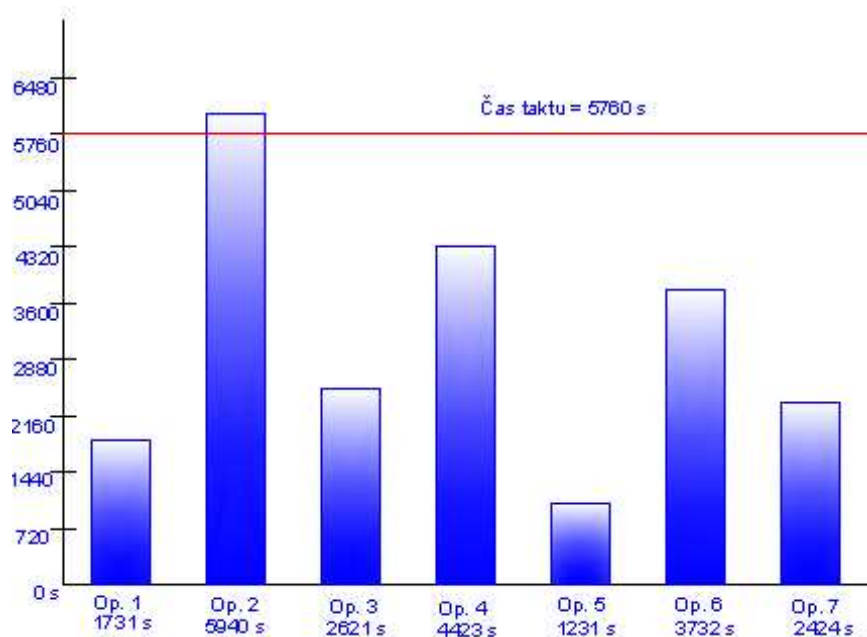
Takt time, česky čas taktu, je tempo, kterým zákazník odebírá daný výrobek nebo službu. Čas taktu definuje, jak rychle by měl daný proces probíhat, aby došlo ke splnění požadavků zákazníka. Cílem je, aby se čas taktu rovnal času cyklu (čas cyklu = čas jednoho opakování skupiny operací). Hodnota času taktu se vypočítá jako podíl čistého dostupného pracovního času za jeden pracovní den a celkového denního požadavku odběratele.

příklad:

$$\text{čas taktu} = \frac{\text{čistý dostupný pracovní čas na den}}{\text{celkový denní požadavek zákazníka}} = \frac{28800s}{5ks} = 5760 s$$

Odběratel od nás kupuje každých 5760 s jeden kus. Zároveň tato hodnota vyjadřuje čas na jednotku produkce, za který musí produkt projít výrobní operací až do finální podoby, aby se stihla denní dávka v potřebném množství. Porovnáním hodnot využití linky s časem taktu se zjistí slabá místa výroby a zároveň se objeví příležitosti ke zlepšení procesu.

Zdroj: inspirováno API - Akademie



Obrázek č. 11 – Diagram vytížení výrobní linky

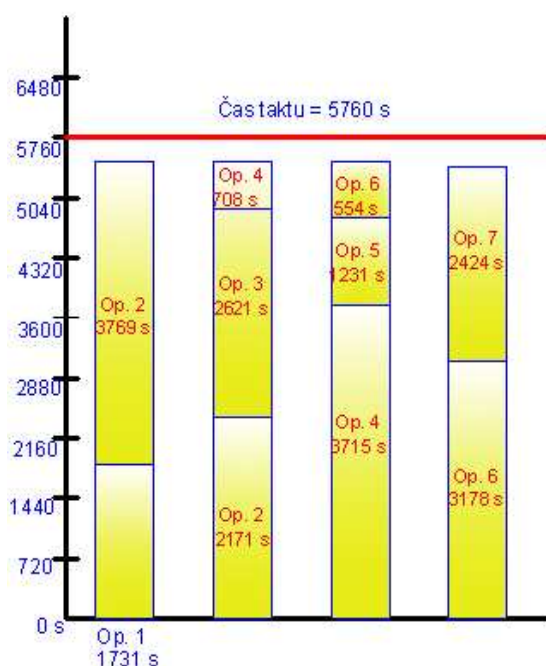
Pokud to výrobní postup umožní, operace se rozdělí a napojí na sebe tak, aby bylo dosaženo potřebného taktu. Díky tomuto postupu vznikne plynulejší tok materiálu, odstraní se rozpracovanost a prostoje ve výrobě. Smyslem taktování výroby je snaha o dosažení rovnosti mezi časy.

$$\text{počet operátorů} = \frac{\text{celkový čas práce na operacích}}{\text{čas taktu}}$$

$$\text{počet operátorů} = \frac{22102}{5760} = 3,84 \text{ operátorů}$$

Počet operátorů vychází 3,84. Nyní se uváží, jaké množství operátorů je třeba ve výrobním procesu mezi hodnotou čtyři a tři. Hodnota čtyři znamená nižší využití operátorů, naopak volba čísla tři představuje potenciál pro realizaci zlepšení.

Zdroj: inspirováno API - Akademie



Obrázek č. 12 – Diagram vytížení výrobní linky po aplikaci takt time

Výrobní společnosti mají časy cyklu značně menší, než je čas taktu. Tento problém se dá řešit správnou aplikací metod štíhlé výroby. [39]

5.14 CYCLE TIME

Čas cyklu operace, anglicky cycle time, znamená dobu práce potřebnou k provedení jednoho konkrétního opakujícího se úkolu. Tento termín může vyjadřovat čas, po který zaměstnanec vykonává jednotlivé operace do té doby, než nastane jejich opakování. Cycle time je reálný čas práce vykonávaný na produktu. Tato hodnota se porovnává s časem takt time, který uvádí teoretickou dobu zhotovení výrobku. Čas cyklu určuje rychlost materiálového toku ve výrobním procesu (např. jaká doba je

potřeba k soustružení, frézování, transportu) a informuje o množství času potřebného k finálnímu dokončení výrobku.

5.15 STANDARD WORK

Cílem standardizace práce je systematicky snižovat a omezovat nežádoucí rozmanitost a nahodilost v řízeném procesu a zajistit jednoznačnost výkladu přijatých údajů. Každá operace ve výrobním procesu by měla být přesně určená a prováděna opakovaně neměnným způsobem. Standard work je výraz pojednávající o standardní práci a obsahuje přesné postupy pro dané pracovní operace, normy času, požadavky na pracovníky, jejich vzdělání či schopnosti. Změny ve výrobním procesu vytvářejí problémy v kvalitě. Řešení problémů vyžaduje úpravy, a s tím spojené finanční ztráty. Úkolem standardizace je vybrat technicky a organizačně nejvhodnější variantu. Na základě optimalizačního výběru se sníží množství rozdílných variant řešení. Stabilizují se vlastnosti a parametry standardizovaných předmětů a postupů. Stanoví se a ustálí podmínky výroby a jejich procesů z pohledu bezpečnosti, hygieny a kultury práce. Stanoví se platnost a závaznost zvoleného řešení. [40]

5.16 TPM

Anglický výraz TPM (total productive maintenance) je možné volně přeložit jako totálně produktivní údržba. TPM je moderní přístup k řízení a organizaci údržby, při kterém se kromě předcházení poruchám usiluje o redukci defektů, krátkodobých prostojů, zkracování doby změn sortimentu apod. Princip vychází z poznatku, že současný růst automatizace směřující k bezobslužnosti výroby neodstraňuje zcela potřebu lidské práce, a to zejména při údržbě. Plán TPM vznikl v roce 1971 v japonském Institutu podnikové údržby jako velká sbírka postupů zaměřená na údržbářské práce a činnosti. Cílem je zlepšení výkonu a provozuschopnosti strojního zařízení. Myšlenka vychází z názoru, že za provozuschopnost a bezporuchovost strojního zařízení odpovídají všichni zaměstnanci podniku, počínaje vedením a dělníkem v provozu konče. Záměrem TPM je zamezit ztrátám ve výrobě a zaručit dosažení stavu žádné poruchy, žádné prostoje, žádné úrazy. Výsledkem použití těchto zásad je vytvoření systému, který zajišťuje dostačující servis, a tím i optimální životnost strojního zařízení. [41]

5.17 VSM

Anglická zkratka VSM výrazu value stream mapping v překladu znamená mapování toku hodnot ve výrobních i administrativních procesech. Mapování toku hodnot je grafický nástroj, a je to jedna z metod z štihlé výroby, která umožňuje znázornit současný stav procesu. Díky grafickému znázornění průběhu výrobního procesu jsme schopni rychle určit různé abnormality a nevyváženosti vznikající v materiálovém a informačním toku výroby. Výsledkem práce je pohled na hodnotový tok vybraného výrobku. [42]

6. Představení společnosti ECOM

Společnost byla založena v říjnu roku 1991. ECOM spol. s.r.o. je česká společnost se sídlem v Praze, zaměřená na inovativní řešení v oblasti flash, preparativní a analytické



Obrázek č. 13 – Budova společnosti Ecom 1 účely, zároveň i kompletních systémů pro analytickou a preparativní kapalinovou chromatografii. Firma se nachází v krásném prostředí Královských Vinohrad v Praze. Historická budova, ve které firma sídlí a zároveň zde má vývojové i výrobní kapacity je spjata se slavným rodem Fričů.

V prostorách budovy probíhala průmyslová výroba již za Rakouska-Uherska. Josef Jan Frič společně s bratrem Ludvíkem zde založili v roce 1883 dílnu pro přesnou mechaniku, kde vyráběli velmi kvalitní optické přístroje. V současné době

chromatografie a řídicích procesů. Cílem společnosti je snaha vyrábět a vyvíjet kvalitní výrobky a aplikace. Za 20 let své existence se společnost stala světově známým dodavatelem detektorů pro flash, preparativní a analytické

účely, zároveň i kompletních systémů

pro analytickou a preparativní kapalinovou chromatografii. Firma se nachází v krásném prostředí Královských Vinohrad v Praze. Historická budova, ve které firma sídlí a



Obrázek č. 14 – Budova společnosti Ecom

zároveň zde má vývojové i výrobní kapacity je spjata se slavným rodem Fričů. V prostorách budovy probíhala průmyslová výroba již za Rakouska-Uherska. Josef Jan Frič společně s bratrem Ludvíkem zde založili v roce 1883 dílnu pro přesnou mechaniku, kde vyráběli velmi kvalitní optické přístroje. V současné době společnost vyrábí a dodává své přístroje do celého světa. Firma získala v roce 2006 certifikát nejvyšší možné kvality výrobků ISO 9001:2009. Nynější výrobní prostory začínají být společnosti malé, z toho důvodu se plánuje do několika let přesun do nové moderní haly, která by umožnila navýšení výrobní kapacity a další expanzi firmy. [43]

Popis produktů

Hlavním produktem společnosti je kompletní přístrojové vybavení pro analytickou, preparativní a FLASH kapalinovou chromatografii. Ecom vyrábí čerpadla UV – VIS detektory, dávkovače, termostaty kolon, koncentrátoři vzorků, degassery. Dále firma dodává RI detektory, software, kolony, mikrodávkovače, vialky, nářadí a spojovací prvky. Zároveň společnost poskytuje servis a školení pro uživatele vybraných přístrojů. [43]

7 Analýza společnosti Ecom

Cílem analýzy je nalezení skupiny pro společnost klíčových produktů. Analýza využije teorii Vilfreda Pareta, vycházející z tzv. Paretova pravidla. Výsledkem bude představa o typu produktu, pro který je nejvhodnější optimalizovat stávající výrobní systém a zároveň navrhnout nový.

7.1 Rozbor obratu společnosti za rok 2009

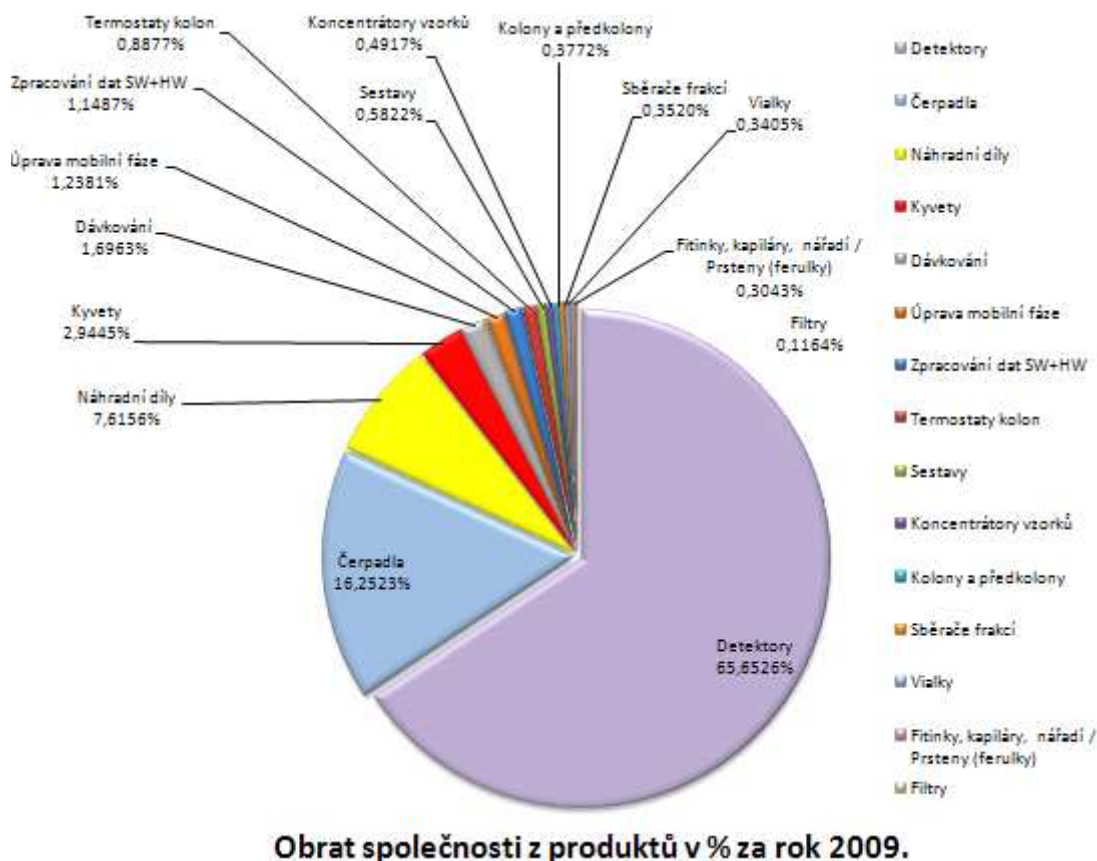
Rozbor se zabývá množstvím prodaných výrobků z pohledu obratu společnosti. Cílem je zjistit jaká skupina produktů ze široké nabídky je pro společnost klíčová z hlediska množství prodaných kusů a finančních příjmů. Rozbor vychází z podnikových dat týkajících se počtu prodaných výrobků společností Ecom za rok 2009. Uvedené hodnoty v tabulce jsou sestupně řazeny od produktu přinášejícího největší obrat až po obrat nejmenší. Dále jsou v tabulce uvedeny počty prodaných kusů.

Tabulka č. 15 – Rozdělení obratu společnosti Ecom z hlediska produktů za rok 2009.

typ	množství	cena v mil. Kč
Detektory	669	39,04446
Čerpadla	238	9,665480
Náhradní díly	1493	4,529067
Kyvety	640	1,751139
Dávkování	192	1,008787
Úprava mobilní fáze	232	0,736318
Zpracování dat SW+HW	209	0,683137
Termostaty kolon	19	0,527911
Sestavy	23	0,346236
Koncentrátory vzorků	149	0,292420
Kolony a předkolony	36	0,224303
Sběrače frakcí	5	0,209339
Vialky	754	0,202476
Fitinky, kapiláry, nářadí / Prsteny (ferulky)	1959	0,180994
Filtry	227	0,069204
celkem	6845	59,471277

Celkový obrat společnosti za rok 2009 je 59 471 277 Kč. Z tabulky je patrné jaké produkty přinášejí největší obrat a z toho důvodu mají pro firmu největší význam. Nejlépe se umístila položka detektory, čerpadla, náhradní díly. Názorněji zjištěná data

prezentuje výšečový diagram obratu společnosti. Graf procentuálně rozděluje výrobky podle obratu společnosti za rok 2009.



Obrázek č. 15 – Diagram obratu společnosti za rok

Z diagramu je jasné patrné, že největší obrat pro společnost dělají detektory, a to z 65,65 %, následují čerpadla s 16,25 % a náhradní díly 7,61 %. Ostatní položky tvořící obrat jsou více méně zanedbatelné a představují spíše nadstandard, který společnost poskytuje zákazníkům.

7.2 Paretova analýza

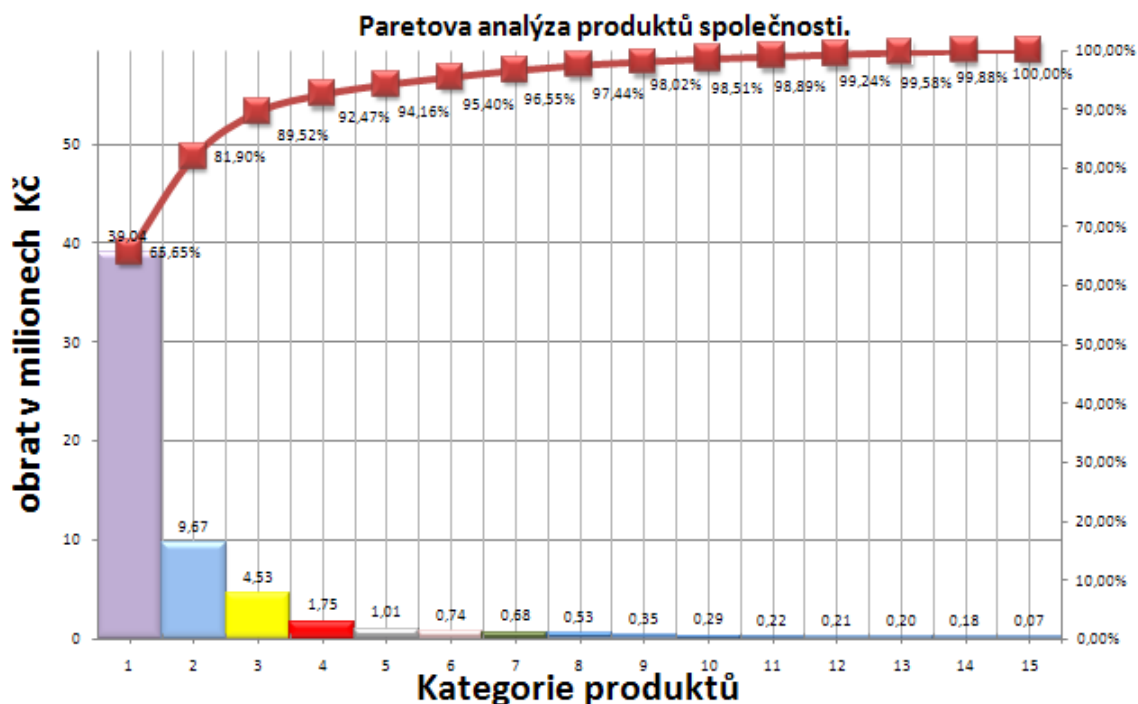
Paretova analýza je postavena na souvislostech mezi příčinami a následky. Nazývá se také pravidlem 80/20. Znamená to, že 80 % problémů je způsobeno 20 % příčin. Princip analýzy bude využit pro zjištění, která skupina výrobků z velké nabídky podniku je pro

společnost podstatná a přináší největší hodnoty. Společnost poskytla údaje o prodeji všech výrobků za rok 2009. Tyto informace jsou zpracovány a uvedeny v tabulce č. 15, a samotná analýza z nich vychází.

Tabulka č. 16 – Souhrnná tabulka pro sestrojení grafu – ukazatel četnosti produktů.

značení	typ	cena v mil. Kč	kumulativní četnost
1	Detektory	39,044466	0,656526445
2	Čerpadla	9,665480	0,819049944
3	Náhradní díly	4,529067	0,895205473
4	Kyvety	1,751139	0,924650602
5	Dávkování	1,008787	0,94161319
6	Úprava mobilní fáze	0,736318	0,953994256
7	Zpracování dat SW+HW	0,683137	0,965481101
8	Termostaty kolon	0,527911	0,974357837
9	Sestavy	0,346236	0,980179739
10	Koncentrátory vzorků	0,292420	0,985096734
11	Kolony a předkolony	0,224303	0,988868353
12	Sběrače frakcí	0,209339	0,992388362
13	Vialky	0,202476	0,995792964
14	Fitinky, kapiláry, nářadí / Prsteny (ferulky)	0,180994	0,998836341
15	Filtry	0,069204	1
	celkem mil. Kč	59,471277	

Na levé svislé ose je vynesena obrát společnosti v milionech Kč, na pravé svislé ose jsou procenta. Sloupcový diagram reprezentuje zastoupení jednotlivých příčin. Jeden sloupec znamená jeden druh produktu společnosti. Výška sloupce odpovídá četnosti daného typu produktu. Spojnicový graf (tzv. Lorenzova křivka), je křivka rostoucích kumulativních četností v procentuálním vyjádření.



Obrázek č. 16 – Paretova analýza produktů společnosti

Z obrázku č. 16 jasně vyplývá, že detektory společně s čerpadly a náhradními díly, vytvářejí 80 % obrátu společnosti. Tím se přímo potvrzuje Paretova teorie 80/20. Nejvýraznější položkou společnosti jsou detektory, čerpadla a náhradní díly.

Tabulka č. 17 – Nejvýznamnější položky.

položka	množství v kusech	obrat v mil. Kč
Detektory	669	39,044466
Čerpadla	238	9,665480
Náhradní díly	1493	4,529067

Tabulka č. 17 ukazuje 20 % (příčin) typů produktů způsobujících 80 % (důsledků) obrátu společnosti. Nejdůležitější položkou pro společnost Ecom jsou detektory. Diplomová práce se dále bude zabývat jen položkou detektory, protože výrobní proces společnosti nejvíce vytěžují a přinášejí největší obrát. Další část analýzy určí typ detektoru, na který je vhodné modifikovat stávající výrobní proces firmy.

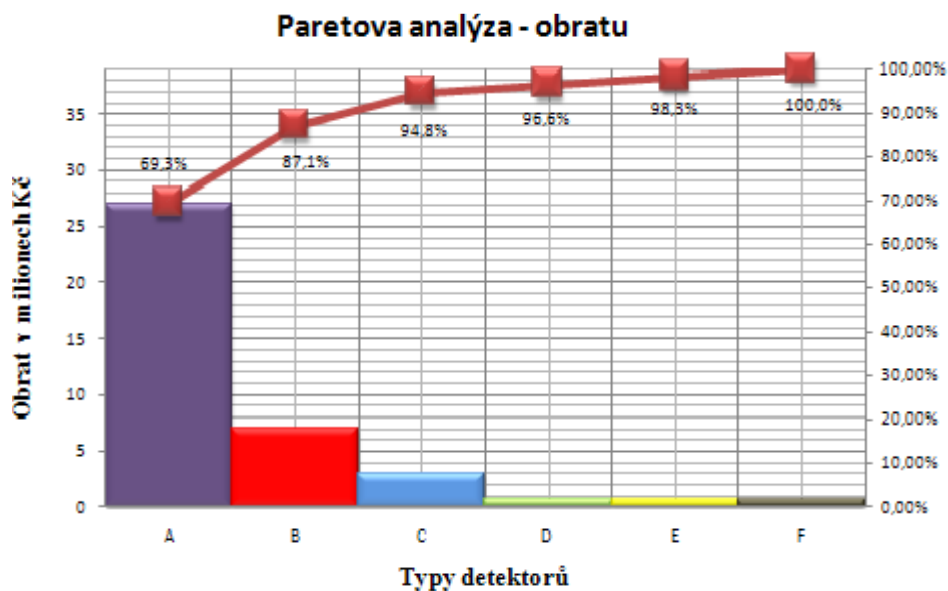
7.3 Analýza detektorů

Předchozí kapitola se zabývala otázkou, která položka je z velké nabídky společnosti nejdůležitější pro firmu z hlediska firemního obrátu a zatížení výrobního systému. Odpovědí na tuto otázku dala Paretova analýza. Samotná položka detektory se skládá z několika různých modelů. Odstavec 7.3 se zabývá volbou správného typu detektoru, který je vhodný pro návrh optimalizace výrobního systému společnosti a návrhu nového.

Tabulka č. 18 – Typy detektorů z hlediska obrátu.

typ detektoru	množství	cena v mil. Kč	kumulativní četnost
Vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL	465	27,051999	0,693451291
PDA 200-900nm	23	6,941108	0,871379739
Neurčené detektory	53	2,986993	0,947948363
Plynule měnitelné 190-800nm	108	0,708818	0,966118216
Fixní - filtrové 200-800nm	16	0,668610	0,983257385
Detektory RI	4	0,653141	1
celkem	669	39,010669	

Tabulka č. 18 uvádí modely detektorů, které společnost Ecom vyrábí. Dále je popsáno množství vyrobených modelů s obrátem za rok 2009.



Obrázek č. 17 – Paretova analýza obrátu detektorů



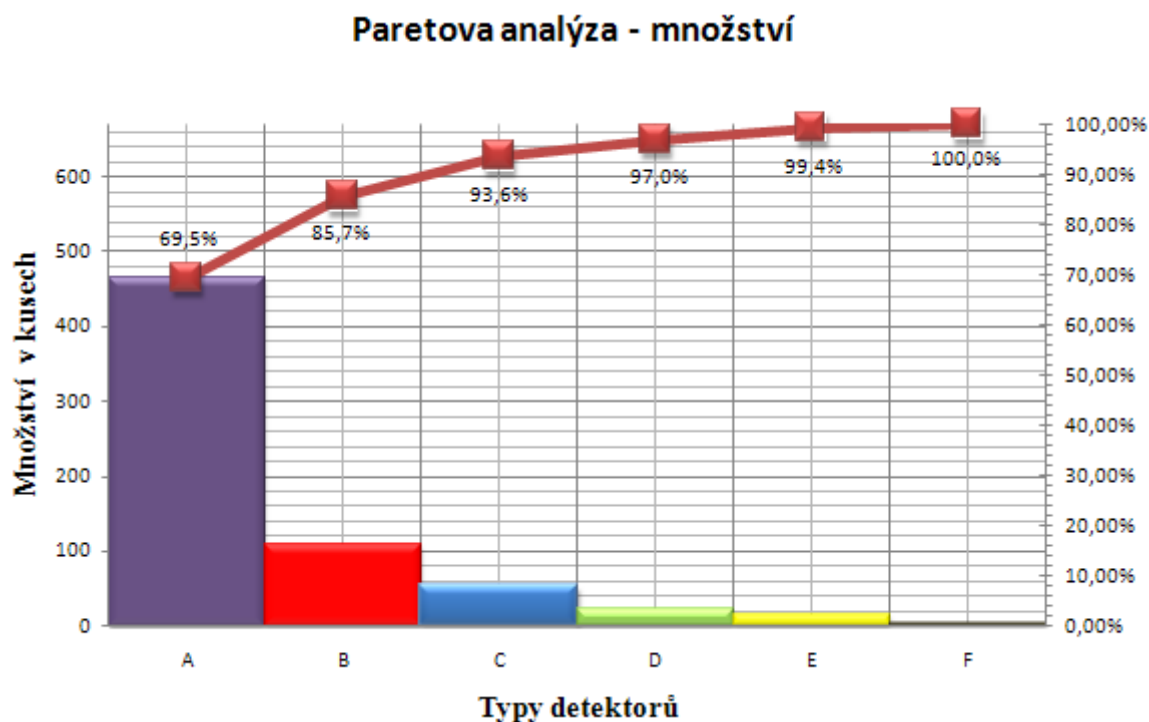
Obrázek č. 18 – Výšečový diagram struktury detektorů z hlediska obratu

Z hlediska obratu vychází nejlépe typ vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL. Tento typ z položky detektorů se podílí na obratu z 69,3 %. Dalším posuzovaným kritériem při volbě vhodného typu detektoru je množství vyrobených kusů.

Tabulka č. 19 – Typy detektorů z hlediska množství vyrobených kusů.

typ detektoru	množství	cena v mil. Kč	kumulativní četnost
Vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL	465	27,051999	0,695067265
PDA 200-900nm	108	0,708818	0,856502242
Neurčené detektory	53	2,986993	0,935724963
Plynule měnitelné 190-800nm	23	6,941108	0,970104634
Fixní - filtrové 200-800nm	16	0,668610	0,994020927
Detektory RI	4	0,653141	1
celkem	669	39,010669	

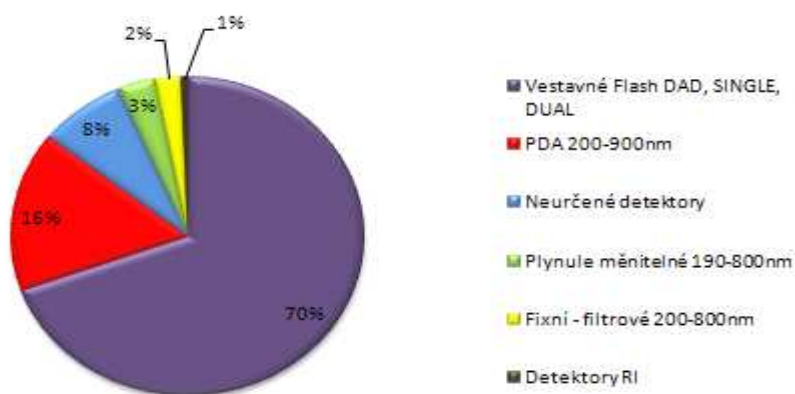
Tabulka č. 19 se zabývá množstvím typů detektorů vyrobených za rok 2009. Tímto směrem je veden výpočet kumulativní četnosti. Podle Paretova diagramu a výšečového diagramu množství analýza určí nejvyroběnější typ detektoru.



Obrázek č. 19 – Paretova analýza množství typů vyrobených detektorů

Paretova analýza ukazuje, že nejvíce se vyrobilo detektorů typu vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL. Typ Flash DAD se podílí na celkové výrobě detektorů z 69,5 %.

Rozložení struktury detektorů z hlediska vyrobeného množství



Obrázek č. 20 – Rozložení struktury detektorů z hlediska celkového vyrobeného množství

Analýza posuzovala dvě kritéria obrát a množství vyrobených kusů. Obě kritéria nejlépe splnil typ detektorů vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL. Skupina vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL se podílela na celkovém obrátu detektorů z 69,3 % a z celkového množství vyrobených kusů detektorů má na svědomí 69,5 %. Analýza dává odpověď na otázku, pro který typ detektorů je vhodné optimalizovat stávající výrobní proces a navrhnout proces nový. Je to skupina detektorů vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL. Výrobní proces detektorů Flash DAD se typ od typu liší jen minimálně. Stávající výroba bude analyzována na výrobním procesu detektoru Flash 06 DAD 600.

7.4 Popis vestavného detektoru Flash 06 DAD 600.



Flash 06 DAD je OEM vestavný UV detektor s diodovým polem (DAD), který umožňuje měřit na čtyřech volných délkách současně v jedné kyvetě nebo provádí měření celého spektra (scan). Používá se v kapalinové chromatografii pro verifikaci analyzovaného vzorku, nebo v situaci, kdy potlivé písky

Obrázek č. 21 – Flash 06 DAD 600 absorbuji na různých vlnových délkách. Vysoce účinná deuteriová výbojka ve speciální objímce umožňuje snadnou výměnu. Tato jednotka je určena pro použití v kapalinové chromatografii ve flash preparativních aplikacích. S analytickou kyvetou může být použita i v analytických aplikacích. [44]

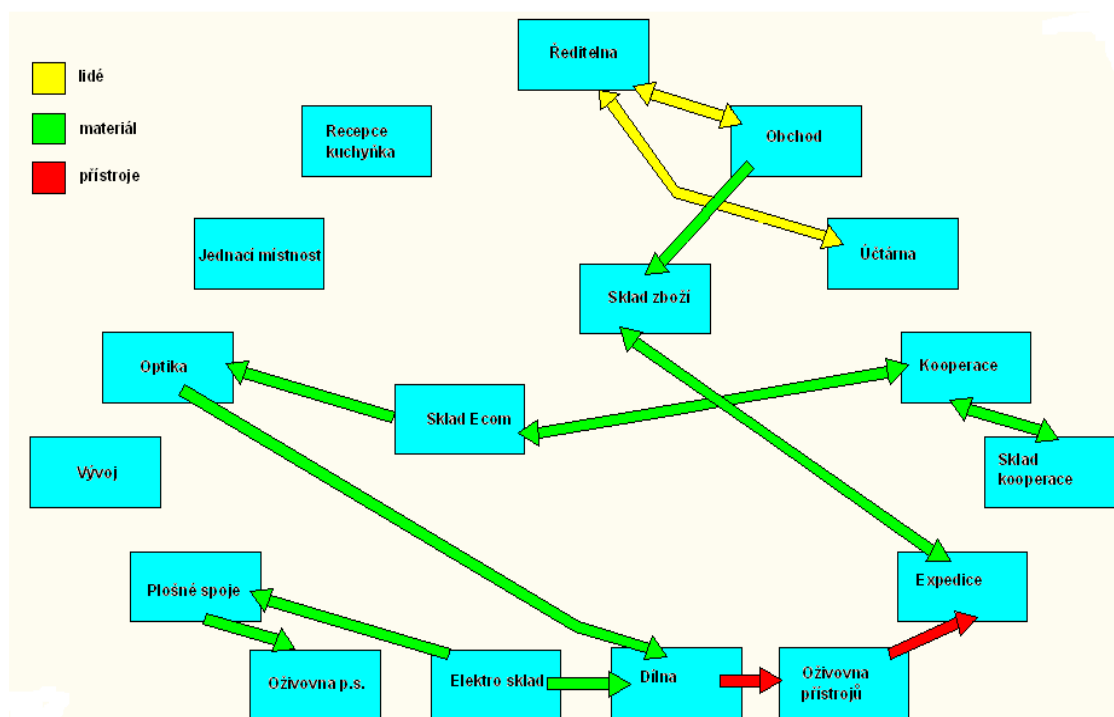
Tabulka č. 20 – Nejdůležitější vlastnosti DAD detektoru

	Nejdůležitější vlastnosti DAD detektoru.
1	Měření a absorbance na čtyřech vlnových délkách současně.
2	Vlnová délka se dá nastavit od 200 do 600 nm po jednom nanometru.
3	Scan celého spektra je možné provést kdykoliv.
4	Vestavěné počítadlo provozních hodin výbojky.
5	Snadná výměna kyvety umístěné na boku detektoru.
6	Napájení 24 - 36V.
7	Řízení pomocí RS232 interface.

Zdroj: Ecom

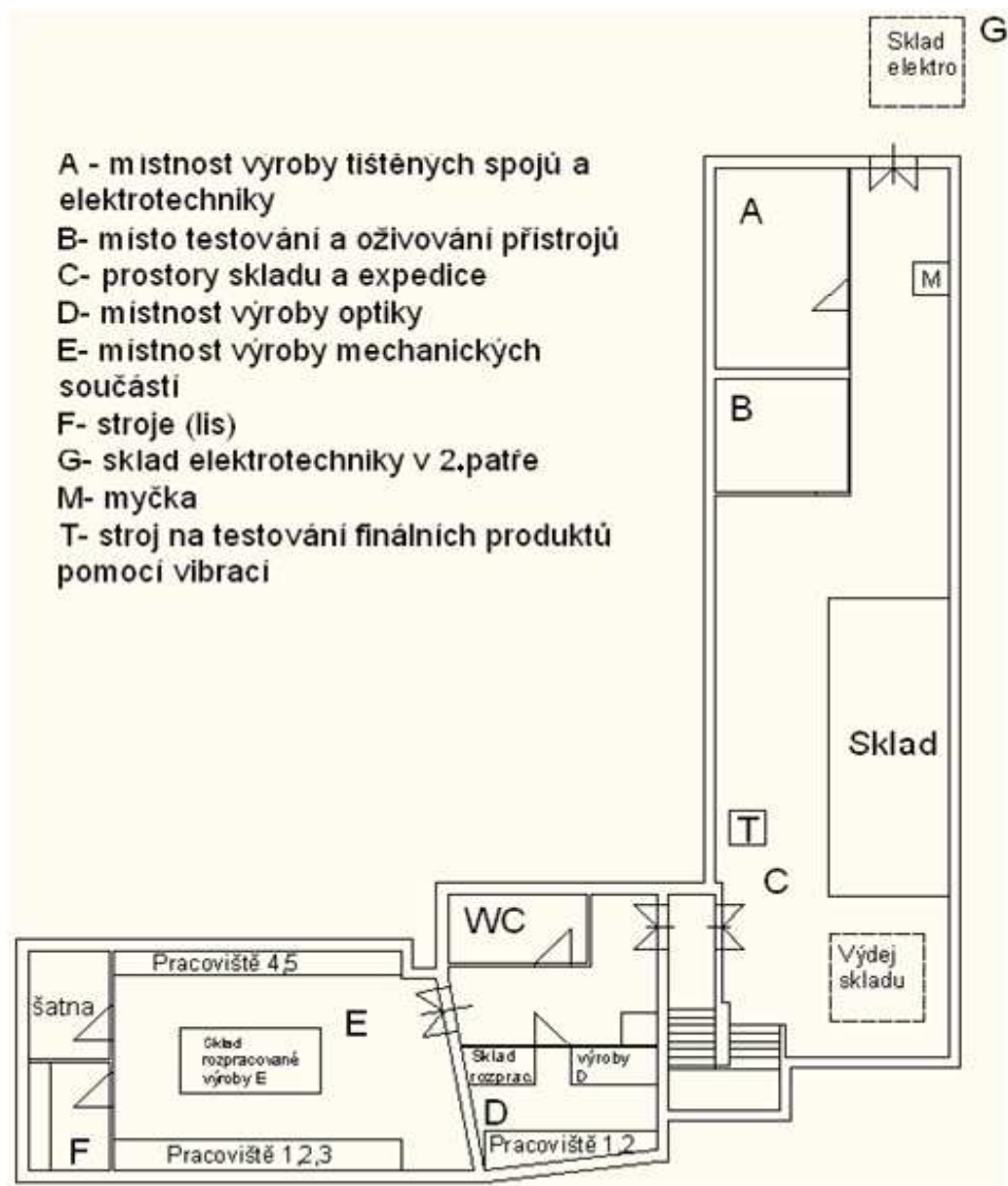
Detector DAD 600 tvoří 15 podsestav. Jsou to optická jednotka DAD 600, skříň jednotky Flash 06, monochromátor, snímací jednotka s diodami, držák zrcadla, objektiv monochromátoru, držák s diferenciální mřížkou, držák štěrbin, osvětlovač, výbojka, pouzdro výbojky, kondenzor, zdroj, kyveta.

8. POPIS TOKŮ A VÝROBY V ECOM



Obrázek č. 22 – Diagram toků společnosti Ecom

Obrázek č. 22 představuje toky ve společnosti Ecom. Modré obdélníky představují jednotlivá pracoviště společnosti. Barevné šipky ukazují pohyb lidí, materiálu, přístrojů mezi pracovišti. Žlutá barva znázorňuje pohyb lidí mezi ředitelnu, obchodem a účetnou. Zelené šipky zobrazují pohyb materiálu mezi pracovišti zajišťujícími postupnou výrobu přístroje. Červená barva šipek reprezentuje pohyb hotového výrobku z dílny na oživovnu a dále na expedici. Obrázek č. 23 zobrazuje pracoviště společnosti Ecom. Výrobní prostory jsou rozděleny do několika místností, které jsou přizpůsobeny pro určitou část výroby: mechanickou, optickou, elektrotechnickou. Součástí prostorů je také sklad. Sklad elektrotechnických součástí je mimo pracovní prostory v druhém patře budovy.



Obrázek č. 23 – Půdorys výrobní haly a popis jednotlivých místností

Místnost A – Místnost má antistatickou podlahu, pracovníci jsou vybaveni vodivým náramkem na zápěstí, který chrání citlivé součástky před elektrostatickým výbojem. Zabráňuje zničení vysoce citlivých elektronických součástek. V prostorách se také nachází osazovací stroj plošných spojů, povrchové montáže SMD (surface mount device). Místnost obsahuje čtyři pracovní místa, kde postupně vznikají elektronické části detektorů, zároveň zde probíhá i testování vyrobených částí. Zásobování pracoviště je zajištěno ze skladu elektrotechniky, které se nachází se o patro výše G.

Místnost B – Prostor místnosti B je určen na testování zkompleťovaných detektorů (zahoření – nepřetržitý kontrolní provoz přístroje). Dále je detektor poslán na vibrační plošinu do místnosti C, kde přístroj prochází testem odolnosti proti vibracím. Poslední z procesů je finální kontrola parametrů přístroje.

Místnost C – Místnost C je využita ke skladování součástek, nachází se zde i prostory expedice. Dále tu je myčka M, a vibrační stroj T určený na testování detektorů.

Místnost D – Místnost D je určena na kompletaci a nastavení optických součástí detektorů, justáž (seřízení měřicího přístroje) přístroje a nastavení monochromátoru. Důležitý požadavkem na místnost D je čistota a co nejmenší bezprašnost prostředí. Zde se nacházejí 2 pracovní místa.

Místnost E – Prostory místnosti E se využívají k montáži mechanických součástí detektorů a probíhá zde finální kompletace přístroje. Z místnosti E do výroby detektorů zasahují 4 pracoviště.

Místnost F – V prostoru F se nacházejí stroje potřebné k výrobě mechanických součástí jako lis a stojanové vrtačky. Pracovníci chodí do F podle potřeb výroby z místností E a D.

Místnost G – Sklad elektrotechnických součástek se nachází v druhém poschodí mimo pracovní prostory.

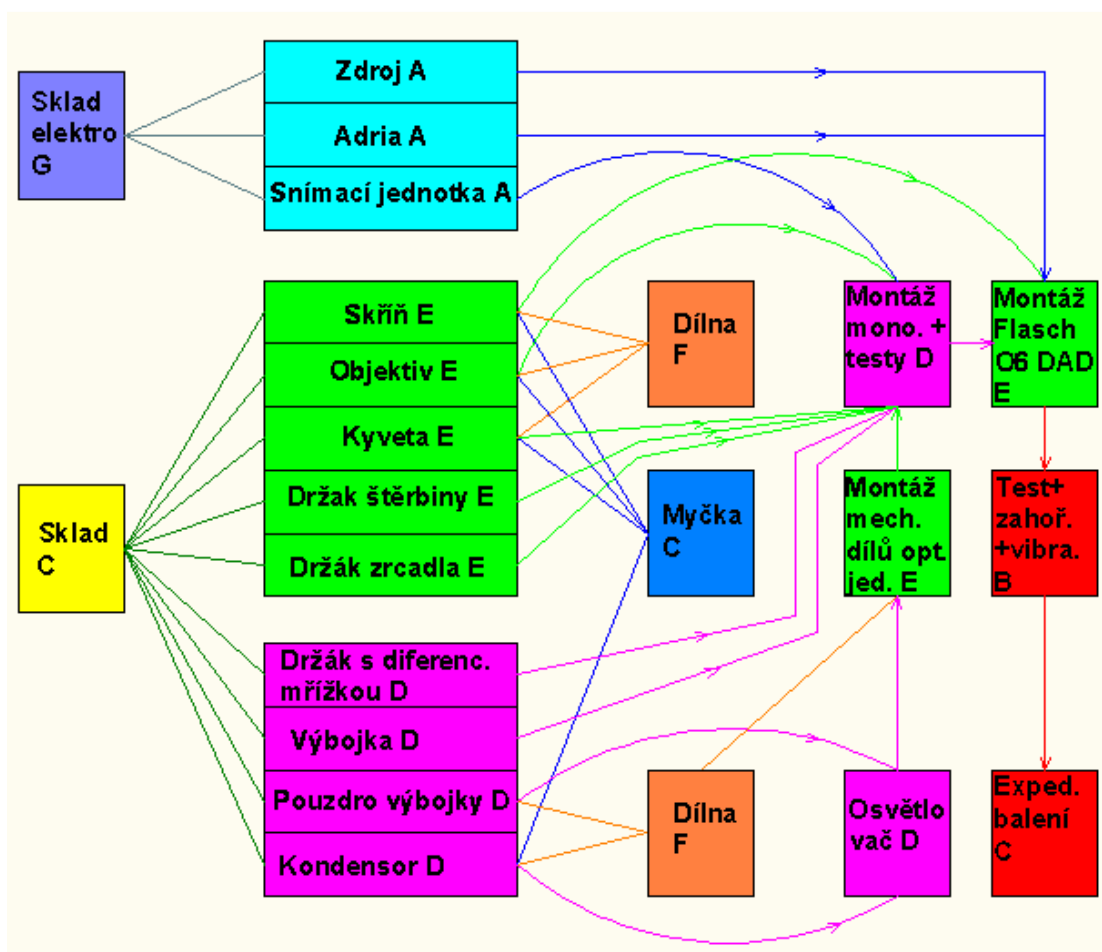
Čtverec T – Čtverec s označením T nacházející se v prostorách místnosti C představuje stroj využívaný k testování detektorů na schopnost odolávat vibracím.

Čtverec M – V prostorách C zobrazuje pozici myčky využívané k čištění a odmaštění některých částí přístroje.

Rozmístění pracovišť ve výrobních prostorech vznikalo postupně, jak se společnost za roky rozrůstala a zvětšovala svou nabídku výrobků. Hlavní snahou bylo zajistit co nejkratší vzdálenosti z jednotlivých pracovišť ke skladu materiálu

8.1 Materiálový tok

Stávající materiálový tok výroby začíná odběrem materiálu ze skladu v místnosti C a skladu elektrotechniky G. Sklad elektrotechniky G se nachází mimo výrobní prostory v druhém patře budovy. Pro materiál si zaměstnanci chodí do skladu, kde jim je vychystán obsluhou. Z prostorů skladu se materiál transportuje ručně, donáší se na jednotlivá pracoviště, kde vznikají první podsestavy detektoru. Součástky skříně, objektivu, kyvety a kondenzoru musí před cestou ze skladu na pracoviště směřovat do myčky z důvodu odstranění nečistot z prvovýroby od dodavatele. Pozice myčky je v místnosti C. Vybrané komponenty zaměstnanci dopředu myjí, aby se neztrácel čas při pozdější montáži detektoru. Po dokončení čisticí operace se uvedené součástky transportují na jednotlivá pracoviště. Pracoviště jsou na obrázku č. 24 barevně odlišena.

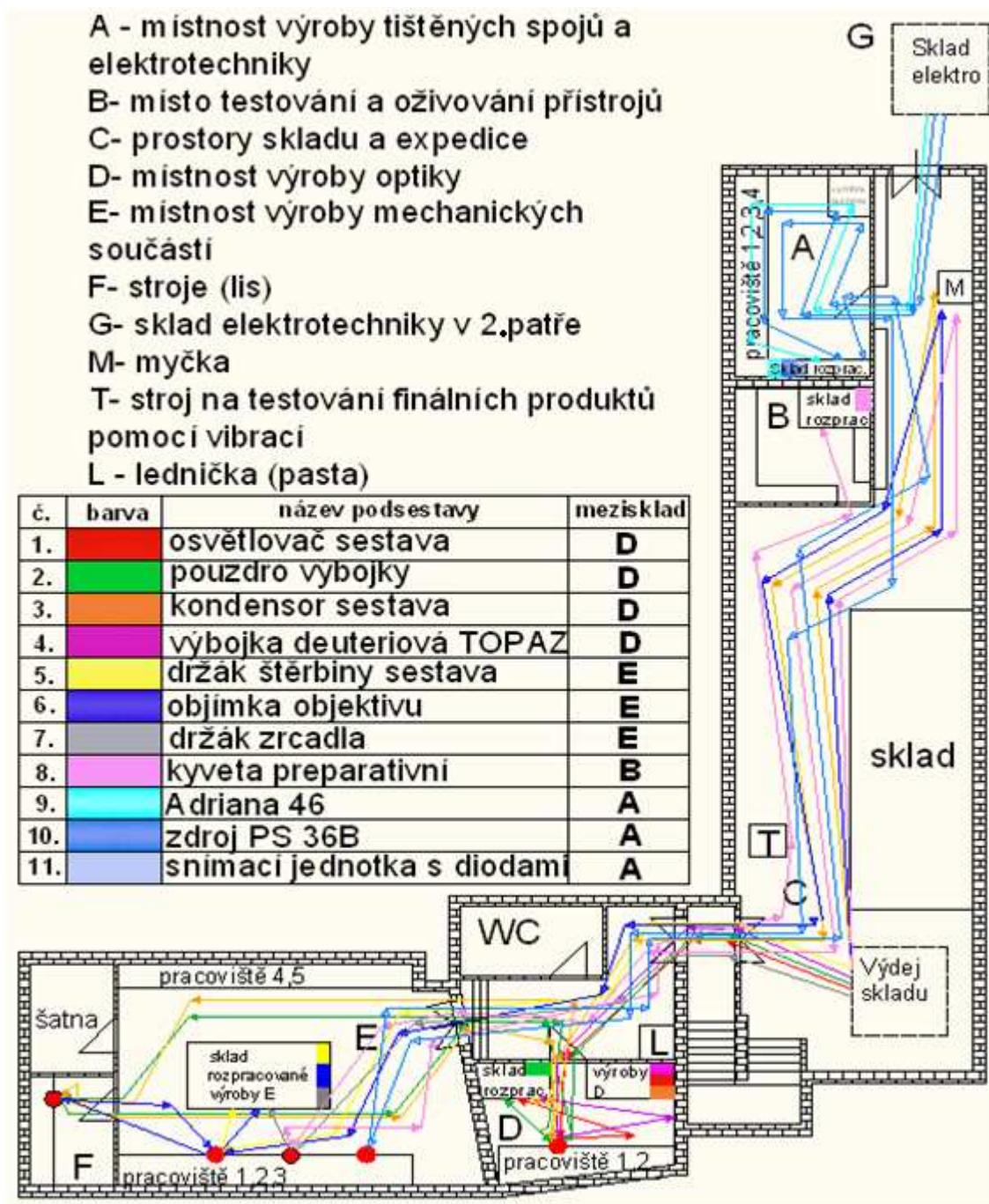


Obrázek č. 24 – Průběh výroby detektoru DAD 600

Bleděmodrá barva označená písmenem A reprezentuje dílnu vyrábějící elektrotechnické komponenty detektoru. Světlezelená pole označená písmenem E představují místnost, kde vznikají mechanické součásti detektoru. Fialová D zastupuje dílnu optických součástek. Oranžová je dílna F, kde jsou uloženy stroje (stojanová vrtačka, ruční lis) využívané ve výrobě. Červená C je barvou místnosti finálního testování a zahoření detektoru a výstupní kontroly. Schematický obrázek č. 24 znázorňuje tok materiálu na pracovišti od uskladnění až po expedici a balení. Jednotlivé šipky ukazují postupný tok materiálu v dílnách až po konečnou montáž detektoru, testování a expedici. Transport materiálu a rozpracované výroby mezi pracoviště probíhá bez využití jakéhokoliv transportního zařízení, výhradně ručně, podle potřeb navazující výroby. Jednotlivá pracoviště mají drobné spojovací součástky a nástroje srovnané a připravené přímo na místě montáže v dosahu ruky. Do určité míry se zde nevědomky využívá metoda 5S. Ve výrobních místnostech A, B, D se oživuje hardwar (nahrává firmwar), testují a kalibrují optickomechanické součástky PC se speciálním kalibračním softwarem.

8.2 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram na obrázku č. 25 zobrazuje materiálový tok jednotlivých podsestav detektoru. Materiálový tok mechanických a optických součástí začíná ve skladu materiálů v prostorách místnosti C. Začátek toku elektrotechnických součástí ve skladu G. Součástky podsestavy detektoru (objímka objektivu, kyveta preparativní, kondenzor) musí před cestou na montážní pracoviště doputovat nejdříve do myčky M v prostorách C z kvůli odmaštění. Ostatní součásti putují na jednotlivá pracoviště označená červeným puntíkem na obrázku č. 25, kde jsou z nich vytvořeny podsestavy nutné ke konstrukci detektoru. Podsestavy jsou uskladněny přímo na jednotlivých pracovištích ve skladech rozpracované výroby A, B, D, E. Tabulka na obrázku č. 25 popisuje jednotlivé názvy podsestav detektoru. Barevné označení sestavy odpovídá barvě šipek, vyznačující trasu materiálu po výrobní hale. V tabulce je také označeno místo uskladnění hotové podsestavy. Stejná barva reprezentuje i hotovou podsestavu uloženou ve skladu rozpracované výroby na A, B, D, E.



Obrázek č. 25 – Materiálový tok, montáž podsestav detektoru, výrobní mezisklady

Po montáži podsestav a jejich uložení ve skladech rozpracované výroby přímo na jednotlivých pracovištích se montáž detektoru dostává do druhé fáze: finální kompletace detektoru. Tento postup popisuje obrázek č. 26.

A - místnost výroby tištěných spojů a elektrotechniky

B- místo testování a ožiování přístrojů

C- prostory skladu a expedice

D- místnost výroby optiky

E- místnost výroby mechanických součástí

F- stroje (lis)

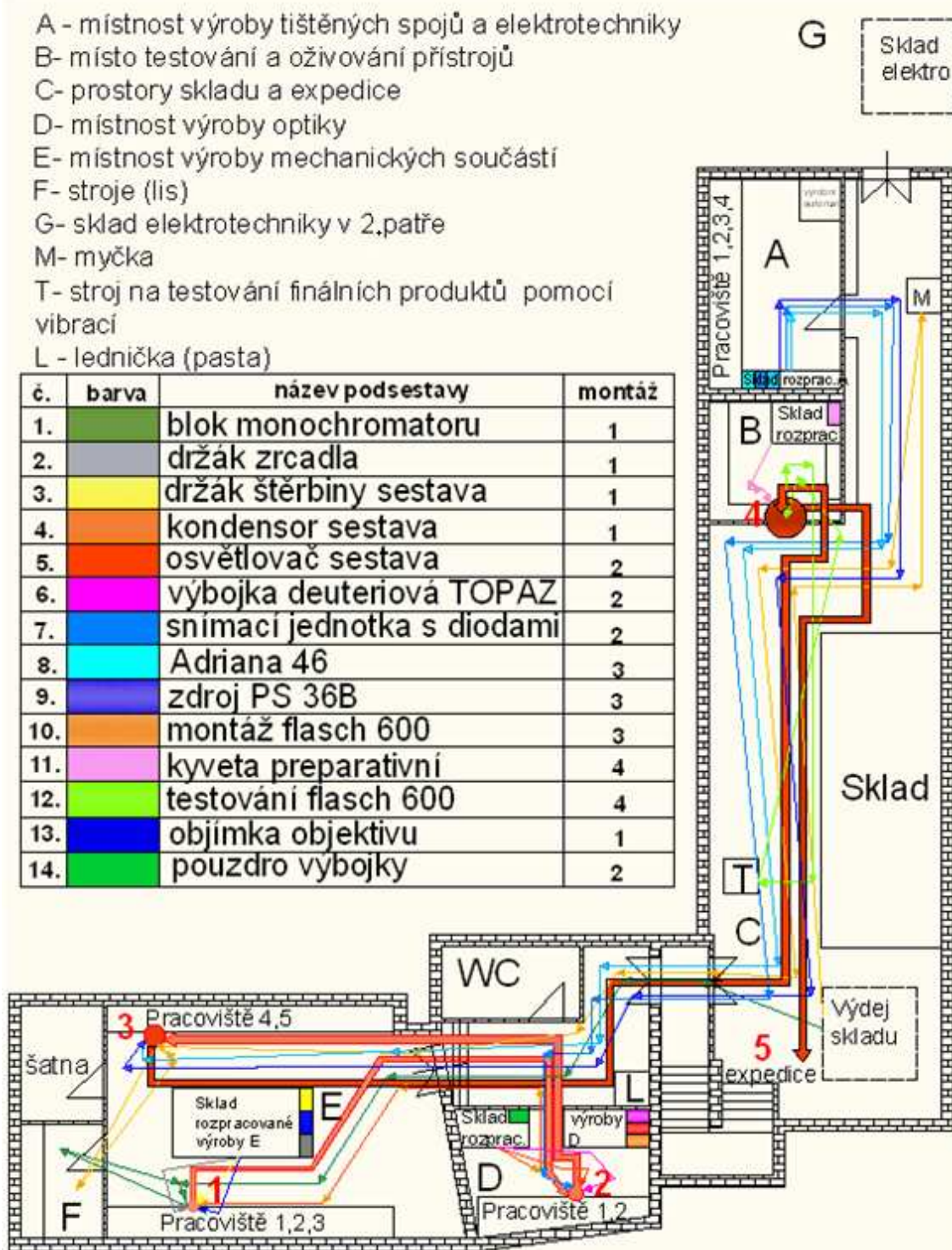
G- sklad elektrotechniky v 2.patře

M- myčka

T- stroj na testování finálních produktů pomocí vibrací

L - lednička (pasta)

č.	barva	název podsestavy	montáž
1.	zelená	blok monochromatoru	1
2.	šedá	držák zrcadla	1
3.	žlutá	držák štěrbin sestava	1
4.	oranžová	kondenzor sestava	1
5.	červená	osvětlovač sestava	2
6.	červená	osvětlovač sestava	2
7.	modrá	výbojka deuteriová TOPAZ	2
8.	modrá	snímací jednotka s diodami	2
9.	červená	Adriana 46	3
10.	červená	zdroj PS 36B	3
11.	červená	montáž flasch 600	3
12.	červená	kyveta preparativní	4
13.	červená	testování flasch 600	4
14.	červená	objímka objektivu	1
14.	červená	pouzdro výbojky	2



Obrázek č. 26 – Postupná montáž detektoru

1) Montáž detektoru začíná v místnosti E na pracovišti E1. Zde se dohromady zkompletuje podsestava: blok monochromátoru, držák zrcadla, držák štěrbin, kondenzor, objímka objektivu. Z E1 je sestava ručně transportována na pracoviště D2.

2) Zde se provede montáž a kalibrace optických součástí detektoru. Pracovník přimontuje rozdělanému detektoru deuteriovou výbojku, snímací jednotku, osvětlovač a pouzdro výbojky. Během montáže se provádí kalibrace a zkouší se optické vlastnosti detektoru. Po této operaci je hotový blok detektoru (monochromátor) ručně transportován na pracoviště E3.

3) Na E3 se k monochromátoru přidá řídicí system Adriana 46, zdroj PS36B a skříň detektoru. Skoro hotový detector z E3 je ručně transportován na B.

4) V dílně B je do detektoru vložena kyveta. Hotový detektor čeká na B série testů a zkoušek funkčnosti. Detektor je testován na vibrace a dobu nepřetržitého provozu (zahoření). Po dokončení testů je hotový detektor ručně transportován na expedici.

5) Zde je hotový detektor uskladněn připraven na zabalení a export k zákazníkovi.

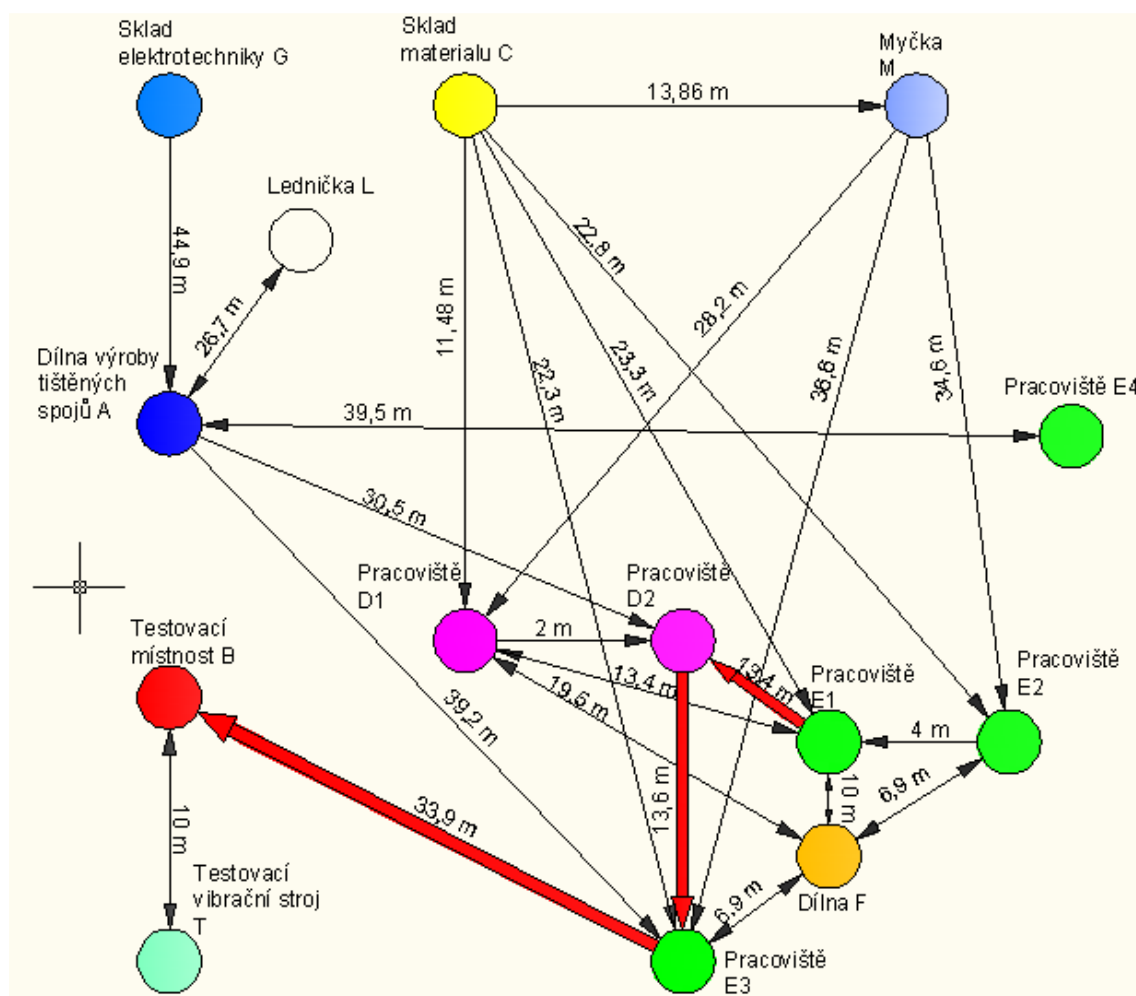
8.3 Analýza vzdáleností mezi pracovišti

Analýza se zabývá jednotlivými vzdálenostmi mezi pracovišti. V šachovnicové tabulce č. 21 jsou uvedeny jednotlivé vzdálenosti mezi pracovišti.

Tabulka č. 21 – Šachovnicová tabulka vzdáleností mezi pracovišti

na pracoviště		Sklad C	Sklad G	Dílna A	Dílna B	Dílna D1	Dílna D2	Dílna E1	Dílna E2	Dílna E3	Dílna E4	Dílna F	Testovací C	Myčka C	Lednička
z pracoviště		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Sklad C	1					11,48		23,3	22,8	22,3	23,3			13,86	
Sklad G	2			49,9											
Dílna A	3						30,5			39,2	39,5				26,7
Dílna B	4												10		
Dílna D1	5						2					19,5			
Dílna D2	6					2									
Dílna E1	7					13,4	13,4					10			
Dílna E2	8						4					6,9			
Dílna E3	9			39,2	33,9		19,5					6,9			
Dílna E4	10			39,5											
Dílna F	11					19,5		19,5	6,9	6,9					
Testovací C	12				10										
Myčka C	13					28,2		36,6	36,6	36,6					
Lednička	14			26,7											

Obrázek č. 27 schematicky popisuje vzdálenosti mezi jednotlivým pracovišti,sklady,myčkou, ledničkou a testovacím zařízením. Červená zvýrazněná šipka znázorňuje vzdálenost , kterou musí urazit detektor od začátku finální montáže z podsestav z pracovišti E1 na D2 poté na E3 až do místnost B, kde se provádí finální testování.



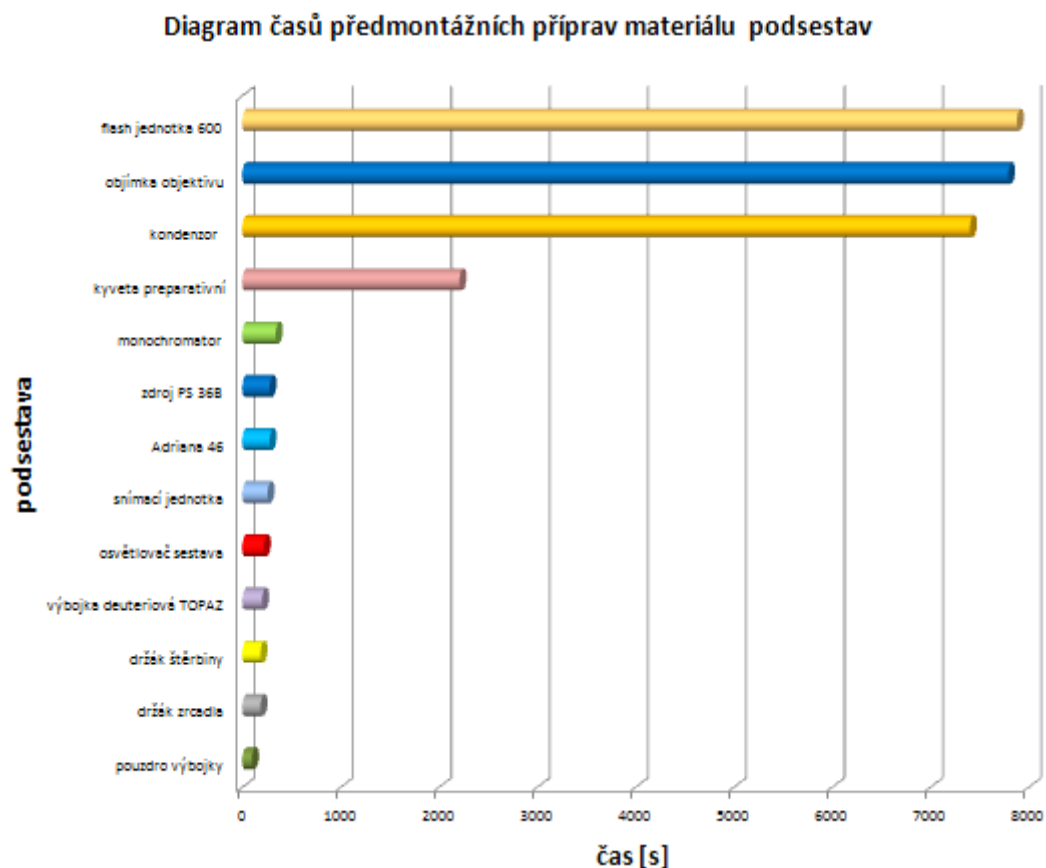
Obrázek č. – 27 Schema vzdáleností pracovišť

8.4 Příprava před montáží detektoru

Před samotným počátkem výroby si sami zaměstnanci musí předem připravit jednotlivé komponenty. Proces začíná cestou pro optické a mechanické součástky do skladu C, kde jsou zaměstnancům (provádějícím další montáž) jednotlivé komponenty a součásti vydány. Součástky kondenzoru, objímka objektivu, plechové části skříně detektoru, kyvety musí před transportem na místo montáže být v myčce očištěny od nečistot z prvovýroby. Pro součásti elektrotechnické začíná příprava návštěvou ve skladu elektrotechniky, který je umístěn mimo výrobní halu v druhém patře. Dále je také nutné dopravit přípravek potřebný k výrobě tištěných spojů z ledničky L na pracoviště A. Poté se nastavuje automat na výrobu tištěných spojů, připravuje a kontroluje výkres tištěného spoje, nachytá se přípravek na pastování. Po ukončení uvedených operací jsou komponenty transportovány ručně na jednotlivá pracoviště, kde jsou připraveny k použití. Transport a přípravu zajišťují zaměstnanci přímo odpovědní za montáž podsestav. Jednotlivé časy a transportní vzdálenosti předvýrobních příprav udává tabulka č. 22.

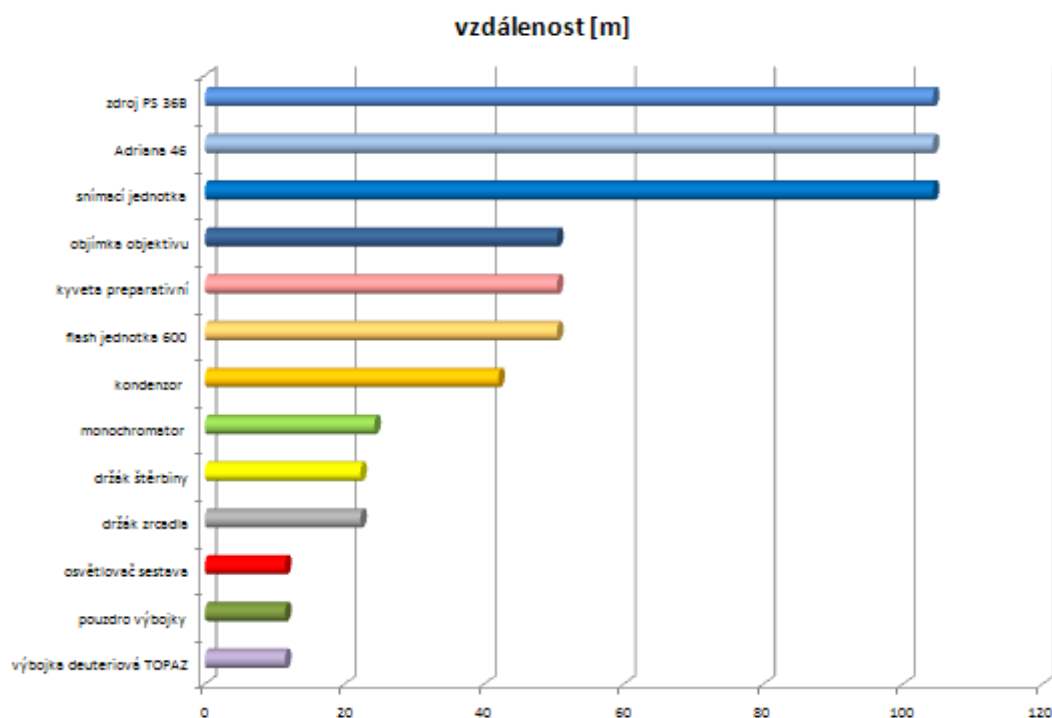
Tabulka č. 22 – Tabulka transportních vzdáleností a časů předmontážních příprav

	sestava	vzdálenost [m]	čas [s]	odkud	kam	myčka	pasta
1.	osvětlovač sestava	11,48	220	C	D	ne	ne
2.	pouzdro výbojky	11,48	98	C	D	ne	ne
3.	kondenzor sestava	42,06	7403	C	D	ano	ne
4.	výbojka deuteriová TOPAZ	11,48	202	C	D	ne	ne
5.	Adriana 46	104,3	278	G	A	ne	ano
6.	držák štěrbin sestava	22,3	186	C	E	ne	ne
7.	objímka objektivu	50,46	7790	C	E	ano	ne
8.	držák zrcadla	22,3	185	C	E	ne	ne
9.	výroba monochromátoru E	24,3	340	C	E	ne	ne
10.	flasch jednotka (plechy)	50,46	7880	C	E	ano	ne
11.	zdroj PS 36B	104,3	278	G	A	ne	ano
12.	kyveta preparativní	50,46	2148	C	E	ano	ne
13.	snímací jednotka s diodami	104,3	258	G	A	ne	ano
	celkem	609,7	27266				



Obrázek č. 28 – Diagram předmontážních příprav

Obrázek č. 28 a tabulka č. 22 zachycují časy předvýrobních příprav jednotlivých podsestav. Diagram zřetelně ukazuje, že s velkým náskokem před ostatními podsestavami jsou ty komponenty, které vyžadují nejdelší předvýrobní přípravu kvůli tomu, že musí před transportem na pracoviště do myčky. V diagramu č. 29 a tabulce jsou uvedeny transportní vzdálenosti, které musí pracovník urazit s materiálem z místa vyskladnění až na pracoviště. Největší vzdálenost urazí elektrotechnické součástky a optickomechanické součástky směřující do myčky. Tento stav je dán u elektrotechnických součástek tím, že sklad G je umístěn mimo výrobní halu v druhém patře budovy, a dlouhou cestou k lednici L pro pastu (pasta musí být uskladněna v chladném prostředí), potřebnou při výrobě tištěných spojů. U podsestav optickomechanických je dána větší vzdálenost trasou k myčce M. Veškeré předvýrobní přípravy vykonávané zaměstnanci, kteří vyrábějí komponenty detektoru, lze označit za plýtvání. Výrazně totiž zdržují průběžnou dobu výroby. Tento čas a manipulace s materiálem nepřinášejí výrobku žádnou přidanou hodnotu a jsou pro společnost Ecom ztrátou.



Obrázek č. 29 – Diagram transportních vzdáleností materiálů předvýrobní přípravy

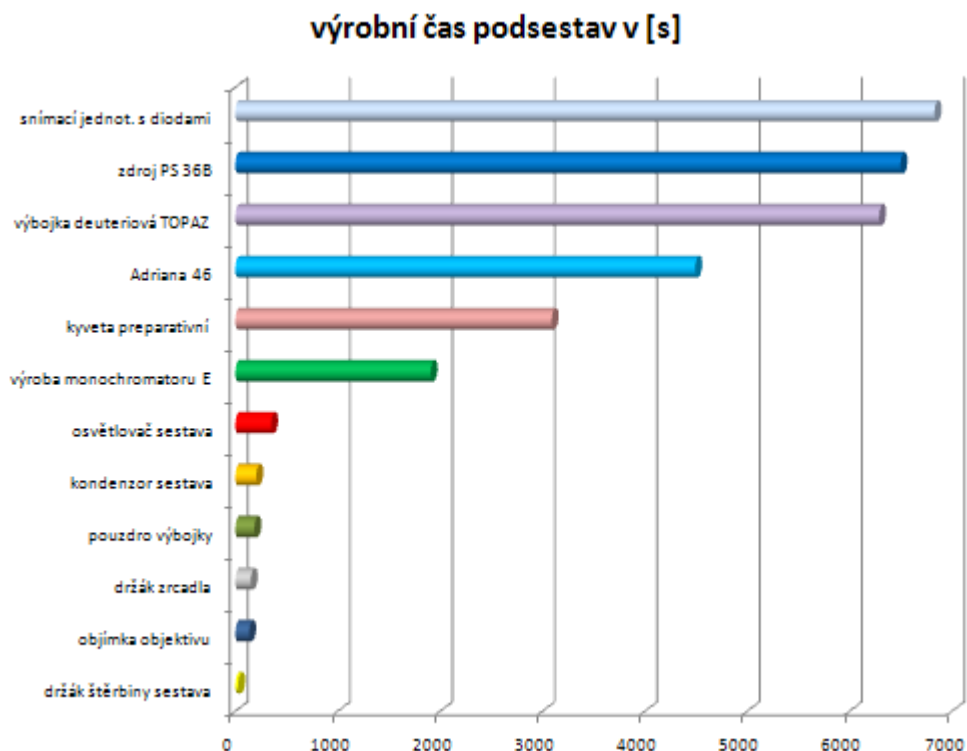
8.5 Výroba podsestav

Pracovníci po přípravě materiálu a transportu na pracoviště jsou na svých pracovištích připraveni vyrábět jednotlivé podsestavy detektoru. Tabulka č. 23 zobrazuje časy výroby podsestav a vzdálenosti ušlé při výrobě jednotlivých podsestav.

Tabulka č. 23 – Časy výroby a manipulačních vzdáleností podsestav

	sestava	vzdálenost [m]	čas [s]	pracoviště	uskladnění	Dílňa F
1.	osvětlovač sestava	7	349	D1	D	ne
2.	pouzdro výbojky	39	186	D1	D	ano
3.	kondenzor sestava	39	205	D1	D	ano
4.	výbojka deuteriová TOPAZ	5	6288	D1	D	ne
5.	Adriana 46	18	4492	A	A	ne
6.	držák štěrbinový sestava	0	29	E1	E	ne
7.	objímka objektivu	13,8	135	E2	E	ano
8.	držák zrcadla	0	151	E1	E	ne
9.	výroba monochromátoru E	52,2	1908	E1	D	ano
10.	zdroj PS 36B	18	6497	A	A	ne
11.	kyveta preparativní	50,7	3090	E2	B	ano
12.	snímací jednotka s diodami	131	6830	A	A	ne
	celkem	373,7	30160			

Dále tabulka popisuje pracoviště, kde vzniká podsestava společně s místem uskladnění a informuje i o trase k dílně s lisem a stojanovou vrtačkou F. Materiálový tok při výrobě podsestav zobrazuje obrázek č. 25.

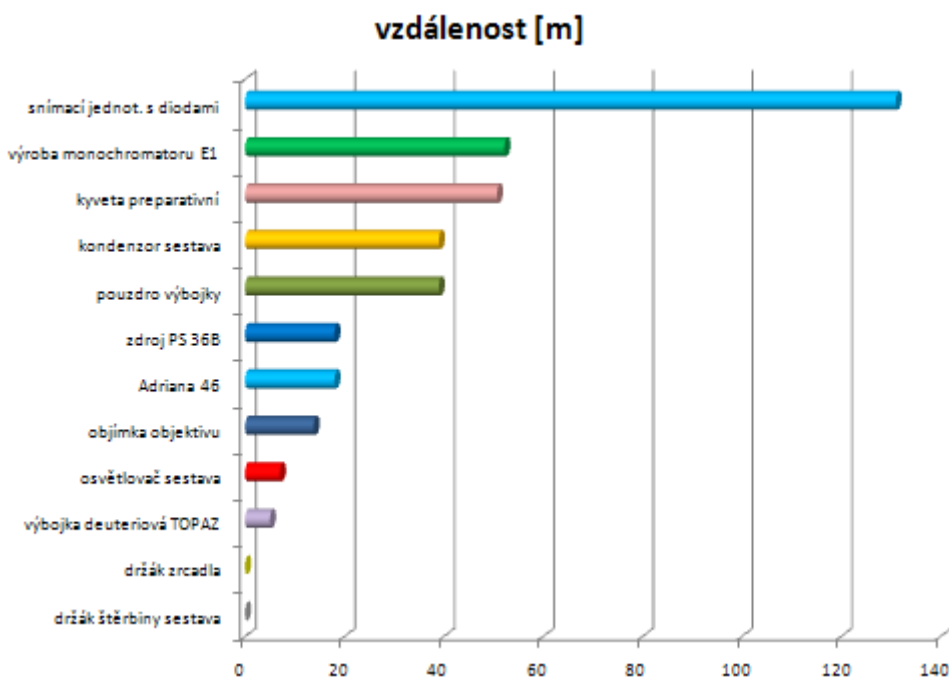


Obrázek č. 30 – Čas výrob podsestav

Obrázek č. 30 znázorňuje dobu výroby každé podsestavy detektoru. Nejdéle trvá výroba elektrotechnických komponentů (snímací jednotka, zdroj PS36, Adriana). U elektrotechnických komponentů zvyšuje dobu výroby pečení tištěného spoje, strojní čas výroby tištěného spoje na automatu, ruční pájení, nahrávání softwaru a celková kontrola správné funkčnosti elektrotechnického komponentu. Čas výroby snímací jednotky je dán stejnými postupy jako u předcházejících elektrotechnických komponentů, až na nadbytečný transport mezi pracovišti A a E4 a zpět na A. Detailní tok materiálu při výrobě snímací jednotky uvádí obrázek č. 21. Výrobní čas deuteriové výbojky TOPAZ výrazně zvyšuje doba analýzy. Doba výroby preparativní kyvety je navýšena o zkoušení funkčnosti a opakování celého postupu. Čas výroby monochromátoru na pracovišti E1 je výrazně ovlivněn nekvalitním zpracováním součástek (klips) od dodavatele, kdy pracovník musí opravovat během montáže vady z výroby. Další prodloužení času navyšuje ochranná fólie nalepená na krytu kyvety.

Pracovník při montáži musí fólii sundat a odstranit ze součástky zbytky lepidla. Další navýšení časů je dáno také transportem z jednotlivých pracovišť do dílny F (lis, stojanová vrtačka) a cestou zpět na pracoviště. (Detailní informace o časech výroby podsestav udávají tabulky naměřených hodnot v příloze diplomové práce.)

Obrázek č. 31 porovnává vzdálenosti, které pracovníci ujdou během výroby podsestav. Nejdelší pohyb vykonává pracovník vyrábějící snímací jednotku. Tento stav je dán rozmístěním pracovišť, kde se vyrábí tento komponent. Začátek výroby v místnosti A, následný přesun na E4 a cesta zpět na A, kde je komponent uskladněn, detailně popisuje obrázek č. 25. Elektrotechnické komponenty, snímací jednotka, Adriana 46 a zdroj PS 36B mají společnou cestu pro přípravu k lednici L, kde je uskladněna pasta.



Obrázek č. 31 – Diagram transportních vzdáleností výroby podsestav

Pohyb při výrobě monochromátoru, kondenzoru, pouzdra výbojky, kyvety, objímky objektivu je navýšen o trasu do místnosti F (dílna se stroji) a zpět na pracoviště. Ostatní vzdálenosti jsou dány manipulací během výroby přímo na pracovišti. (Detailní popis vzdáleností je uveden v tabulkách v příloze diplomové práce.)

8.6 Montáž detektoru

V této fázi výroby jsou podsestavy vyrobeny a uskladněny na jednotlivých pracovištích ve skladech rozpracované výroby. Montáž detektoru a tok materiálu zobrazuje obrázek č. 26. Montáž detektoru začíná na pozici E1 při výrobě monochromátoru. Na pracovišti E1 je do monochromátoru zamontována podsestava držák štěrbin, držák zrcadla, objímka objektivu. Odtud je transportována na D2, kde pracovník přidá snímací jednotku, výbojku deuteriovou TOPAZ. Po montáži na D2 hotový monochromátor směřuje na pracoviště E3. Na E3 se přidá skříň detektoru, zdroj PS36B, Adriana 46.

Tabulka č. 24 – Pohyb a čas potřebný k montáži

sestava	pohyb [m]	čas [s]	odkud	kam	dílňa F
monochromátor	5	1834	D2	E3	Ne
detektor DAD 600	13,8	746	E3	B	Ano
celkem	18,8	2580			

Čas montáží a pohyb na pracovišti zobrazuje tabulka č. 24. Po dokončení montáže na E3 je skoro hotový detektor přepraven na pracoviště B.

Tabulka č. 25 prezentuje vzdálenosti a časy transportu podsestav, potřebných při konstrukci monochromátoru a detektoru DAD, které nebyly uskladněny přímo na místě montáže. V místnosti B se k detektoru připojí preparativní kyveta, která je uskladněna přímo na pracovišti B. V této fázi čeká na detektor DAD 600 testování na vibrační jednotce a testovací nepřetržitý chod.

Tabulka č. 25 – Pohyb podsestav při montáži detektoru

sestava	pohyb [m]	čas [s]	odkud	kam
monochromátor E1	13,7	20	E1	D2
snímací jednotka	27,5	29	A	D2
monochromátor D2	13,6	36	D2	E3
zdroj PS 36B	39,2	62	A	E3
Adriana	39,2	62	A	E3
Detektor DAD 600	33,9	51	E3	B
celkem	167,1	260		

8.7 Testování detektoru

V místnosti B se provádí finální testování detektoru Flash 06 DAD 600. Detektor se doplní o kabely a preparativní kyvetu a nahraje se software.

Tabulka č. 26 – Čas montáže detektoru v místnosti B

finální montáž DAD 600	čas [s]
montáž DAD 600 na B	4697

Detektor se zapojí do testovacího softwaru a nechá se nepřetržitě běžet celou noc. Doba testování je 72 900 s, tj. 1215 minut. Po testování se detektor transportuje na testovací zařízení (vibrační stroj) T do místnosti C. Zde proběhne test na vibrace. Po testu je přesunut zpět do dílny B, kde je proveden kratší test správného fungování.

Tabulka č. 27 – Čas testování

Testování	čas [s]
zahoření přes nos (test)	72000
vibrační kontrola	300
opětovná kontrola	600
Celkem	72900

Jednotlivé časy transportu, testování a vzdálenosti uvádí tabulka č. 26. Do tabulky je zahrnut čas transportu na testovací stroj T a zpět na pracoviště B. Dále je započítána vzdálenost transportu hotového detektoru na expedici.

Tabulka č. 28 – Vzdálenosti a časy při testování

Transport	čas [s]	vzdálenost [m]	odkud	kam
transport na vibrační stroj	17	10	B	T
transport z vibračního stroje na B	17	10	T	B
transport na expedici	23	16	B	expedice
Celkem	57	36		

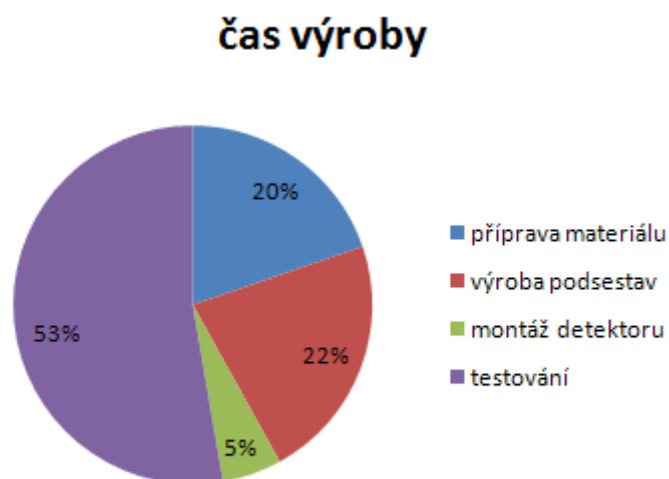
8. 8 Zhodnocení naměřených dat

Kapitola 9 se zabývá analýzou naměřených hodnot a jejich zhodnocením. Tabulka číslo č. 29 popisuje čas a pohyb během jednotlivých fází výroby od přípravy materiálu, výroby podsestav, montáž detektoru až po testování. V součtu se během výroby urazí 1205,3 m. Celková doba výroby detektoru je 137 793 s, tj. 2297 minut.

Tabulka č. 29 – Vzdálenosti a časy

č.	fáze výroby	čas [s]	pohyb [m]
1.	příprava materiálu	27266	609,7
2.	výroba podsestav	30160	373,7
3.	montáž detektoru	7410	185,9
4.	testování	72957	36
5.	celkem	137793	1205,3

Diagram č. 32 zobrazuje procentuální rozdělení výrobního času. Z obrázku je zřejmé, že největší dobu výroby detektoru zabírá testování (53 %), dále výroba podsestav (22 %) a příprava materiálu (20 %). Nejméně zabírá samotná kompletace detektoru z podsestav.



Obrázek č. 32 – Časy výrobního procesu

Tabulka č. 30 se zabývá analýzou plýtvání a přidané hodnoty u výroby jednotlivých podsestav. Analýza vychází z tabulek vložených do přílohy diplomové práce. Jednotlivé

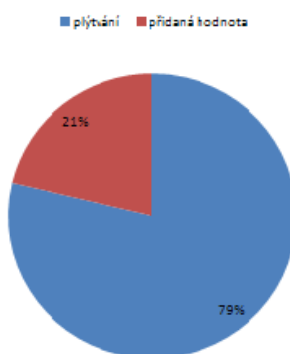
podsestavy byly analyzovány a každá operace obsažená ve výrobě byla posouzena, zda přináší hodnotu či znamená plýtvání.

Tabulka č. 30 – Tabulka přidané hodnoty a plýtvání

č.	sestava	plýtvání [s]	přidaná hodnota [s]
1.	osvětlovač sestava	252	317
2.	pouzdro výbojky	139	143
3.	kondenzor sestava	7466	142
4.	výbojka deuteriová TOPAZ	1111	5379
5.	Adriana 46	937	3869
6.	držák štěrbin sestava	185	29
7.	objímka objektivu	7737	80
8.	držák zrcadla	185	151
9.	výroba monochromátoru D2	55	1779
10.	výroba monochromátoru E1	1421	863
11.	Montáž Flasch jednotky 600	8027	722
12.	zdroj PS 36B	1071	5766
13.	kyveta preparativní	4886	310
14.	snímací jednotka s diodami	2070	5047
15.	oživování a testování	72957	4697
16.	celkem [s]	108499	29294

Celkový čas plýtvání je 108 499 s, tj. 1808 minut. Přidaná hodnota činí 29 294 s, tj. 488 minut. Procentuálně tento stav znázorňuje obrázek č. 33. Plýtvání činí 79 % z celkového času výroby. Přidaná hodnota činí 21 %. Další kapitola se zabývá shrnutím největšího plýtváním společně s návrhy na jeho odstranění.

poměr přidané hodnoty a plýtvání



Obrázek č. 33 – Poměr plýtvání a přidané hodnoty v %

V tabulce č. 31 je shrnut stav výroby detektoru Flash 06 DAD 600. Celkový čas nutný k výrobě detektoru činí 137 793 s, tj. 2297 minut. Vzdálenost, která se během výroby detektoru urazí, je 1205,3 m. Celkový čas, kdy pracovníci během výroby přidávají hodnotu činí 29 294 s, tj. 488 minut. Čas plýtvání činí 108 499 s. Procentuálně 21 % přidává hodnotu a 79 % je plýtvání. Další kapitola se zabývá návrhem ideálního výrobního systému.

Tabulka č. 31 – Zhodnocení stavu

měřená veličina	Hodnota
celkový čas výroby [s]	137793
celkový čas plýtvání [s]	108499
celkový čas přidané hodnoty [s]	29294
celková vzdálenost [m]	1205,3

8. 9 Návrh nápravných opatření ke zlepšení současného stavu

V kapitole budou krátce diskutována opatření, která lze využít ke zlepšení současného stavu v jednotlivých oblastech: příprava materiálu, výroba podsestav, montáž detektoru, testování.

Příprava materiálu

Tato činnost, která zatěžuje všechny výrobní pracovníky společnosti, nepřidává výrobku žádnou přidanou hodnotu a zdržuje montáž detektoru. Mezi nejvíce zatěžující činnosti je čištění materiálu v myčce, vyskladnění materiálu a transport na pracoviště, kde probíhá montáž. Další problém je skladiště elektrotechnických součástek umístěné mimo výrobní halu společnosti a cesta pro přípravek (pasta), potřebný při výrobě elektrotechnických komponentů. Z celkového výrobního času, který nezvyšuje hodnotu, se na ztrátě podílí z 20 %. Vzdálenost, která se při přípravách urazí, je 609,7 m, což představuje 51 % z celkové vzdálenosti, která se ujde při výrobě detektoru. Řešením problému je dodavatel dodávající dostatečně čisté součástky, které splňují požadavky výrobce. Dalším opatřením je přesunutí skladu elektrotechniky s potřebnými součástkami blíže k místnosti A, kde probíhá výroba elektrotechnických komponentů.

Lednička L (obrázek č. 25) se přesune k pracovišti A. Tím se výrazně zkrátí čas i transportní vzdálenost pasty nutné k výrobě. Ostatní materiál nutný k výrobě budou vyskladňovat a transportovat na jednotlivá výrobní pracoviště pracovníci skladu. Zároveň se budou informovat o potřebách výrobních pracovníků tak, aby potřebné součástky byly v čas a v potřebném množství na místě výroby. Tím se transport součástek přesune z výrobních pracovníků na pracovníky, kteří pracují ve skladu. Montážní pracovníci budou mít více času na výrobu detektoru.

Výroba podsestav

Výroba podsestava probíhá na všech pracovištích z vyskladněného materiálu. Jednotlivá pracoviště jsou dobře vybavena podle potřeby a srovnána podle metody 5S. Mezisklady výroby jsou blízko od výrobních míst. Slabinou výroby je vzdálenost jednotlivých pracovišť A, B, E, D. Tento stav je dán tvarem a uspořádáním místností budovy, kde probíhá výroba. Při výrobě některých podsestav (tabulka č. 23) je nutné využít lis nacházející se v místnosti F (dílna se stroji). Lis není v ideální vzdálenosti od pracovišť, tím se prodlužují časy transportu a celkové výroby. Mezi nejproblematictější podsestavy se řadí snímací jednotka a monochromátor. Snímací jednotka se zbytečně během výroby transportuje mezi pracovišti A a E4 a zpět. Tím se prodlužuje čas výroby. Doporučuji výrobu snímací jednotky z E4 přesunout na A. Montáž monochromátoru na E1 je zpomalena o nekvalitní součástku (klips) dodanou výrobcem. Montážní pracovník musí během výroby součástku očistit a opravovat, ztrácí tím čas. Ztráta nekvalitně vyrobeným klipsem během montáže činí 612 s. Další problémem je ochranná fólie na krytu kyvety. Pracovník musí fólii odstranit a vyčistit zbytky lepícího materiálu.

Tím vzniká ztráta 300 s. Ztrátu lze vyřešit požadavkem na dodavatele, aby změnil způsob ochrany krytu kyvety. Během testování výbojky deuteriové TOPAZ doporučuji využít dalšího přípravku. Navýší se tím výroba výbojek.

Montáž detektoru

Při montáži detektoru jsou ztrátové operace transport podsestav mezi montážními pracovišti, který provádějí výrobní pracovníci. Vzdálenosti mezi montážními pracovišti nejsou ideální. Tento stav je dán stavbou výrobní haly. Montáž detektoru a transport potřebných podsestav z meziskladů výroby zobrazuje obrázek č. 26.

Testování

Testování detektoru zabírá 53 % celkového času výroby. Zároveň je to nejdelší čas, který nepřináší výrobku přidanou hodnotu. Samotné testování (zahoření detektoru) probíhá dlouhé hodiny. Tento stav se nedá ovlivnit, protože majitel společnosti klade velký důraz na kvalitu výrobku. Zároveň deuteriová lampa při zahoření získává své specifické vlastnosti. Prostor pro malé zlepšení procesu je ve zkrácení transportních drah mezi pracovištěm B a testovacím vibračním zařízením T.

Těžiště práce je v návrhu nového (ideálního) uspořádání výroby, které je představeno v následující kapitole.

9. Návrh nového výrobního systému

Tato kapitola se zabývá návržením nového výrobního systému pro společnost Ecom. Součástí je návrh nové výrobní haly s vhodným uspořádáním jednotlivých navazujících pracovišť, zaměřený na co nejkratší transportní vzdálenosti a výrobní časy. Hala je navržena i pro potřeby zvýšení výrobní kapacity. Rozměry haly: 26 x 21 m. Užitečná plocha činí 546 m². Cílem návrhu je vytvoření ideálního výrobního systému. Ten bude sloužit pro porovnání s variantami uspořádání nové haly, které si již nechala firma ECOM vytvořit.

Návrh pro místnost výroby tištěných spojů A

Místnost tištěných spojů byla navýšena o jedno pracovní místo A1 (původní E4) pro výrobu snímací jednotky. V místnosti je lednička L na uskladnění přípravku na pastování. Sklad rozpracované výroby je umístěn mezi pracovišti A a E3. Přesunutím E4 na A1 se sníží doba výroby a vzdálenost transportu snímací jednotky. Přesun ledničky L na A sníží dobu výroby a vzdálenost transportu všech elektrotechnických součástek. Místnost je navržena tak, aby výroba elektrotechnických součástek končila u skladu rozpracované výroby A společně s E. Sníží se tím doba výroby a vzdálenost transportu podsestav.

Návrh pro místnost testování B

Místnosti B je blíž k expedici a k pracovišti E3. Vibrační testovací zařízení je na pracovišti B. Odpadá transport k testovacímu zařízení. Menší vzdálenost je i k expedici.

Návrh pro místnost sklad C

Sklad je umístěn blízko pracovišť. Manipulant dopravuje na jednotlivá pracoviště materiál v dostatečném množství a ve správný čas. Dodavatel dodává součástku klips v požadované jakosti (není nutná oprava součástky). Dodavatel kryt kyvety dodává v krabici, díky tomu odpadá čištění součástky. Výrobní zaměstnanci nemusí chodit do skladu pro materiál. Nyní ho mají připravený v čas, v potřebném množství a kvalitě přímo na pracovišti. Manipulant průběžně sleduje stav materiálu na pracovištích a ve

skladu. Výrazně se díky tomu sníží doba výroby a vzdálenost transportu materiálu. Zlepšená jakost součástky klips a nově zavedený a kryt kyvety sníží dobu výroby.

Návrh pro místnost optických součástek D

Pracoviště je umístěno blízko skladu a lisu F. Přidáno pracoviště D3. Pracoviště je vybaveno filtrací vzduchu ke snížení prašnosti. Výrobní pracovníci mají kratší cestu k lisu F a zpět tím se snižuje doba výroby. Vznik pracoviště D3 (přebírá výrobu původního E1) výrazně zkrátí transport podsestav a celkovou montáž detektoru. Na D se provádí montáž optických součástek detektoru v čistém prostředí, díky čemuž se zvyšuje jakost výrobku.

Návrh pro místnost výroby mechanický součástek E

Pracoviště E4 bylo zrušeno a přesunuto na A1. Pracoviště E1 bylo přesunuto na D3. Pracoviště E3 je přesunuto blíže B, A. E2 přesunuta blíže k D a F. Pracoviště E3 je blíže A a B. Tím se snižuje manipulační vzdálenost elektrotechnických komponentů z A. Transportní vzdálenost smontovaného detektoru z E3 na B se sníží.

Návrh pro místnost dílna F

Dílna s nástroji byla přesunuta blíže k pracovišti D,E2. Pracovníci z místností D a E2 mají kratší trasu k lisu a stojanové vrtačce.

Návrh pro místnost sklad elektrotechniky G

Sklad G byl přesunut blízko k pracovištím A, B. Manipulant dodává na jednotlivá pracoviště materiál v dostatečném množství a ve správný čas. Tím se snižuje čas výroby všech elektrotechnických komponentů.

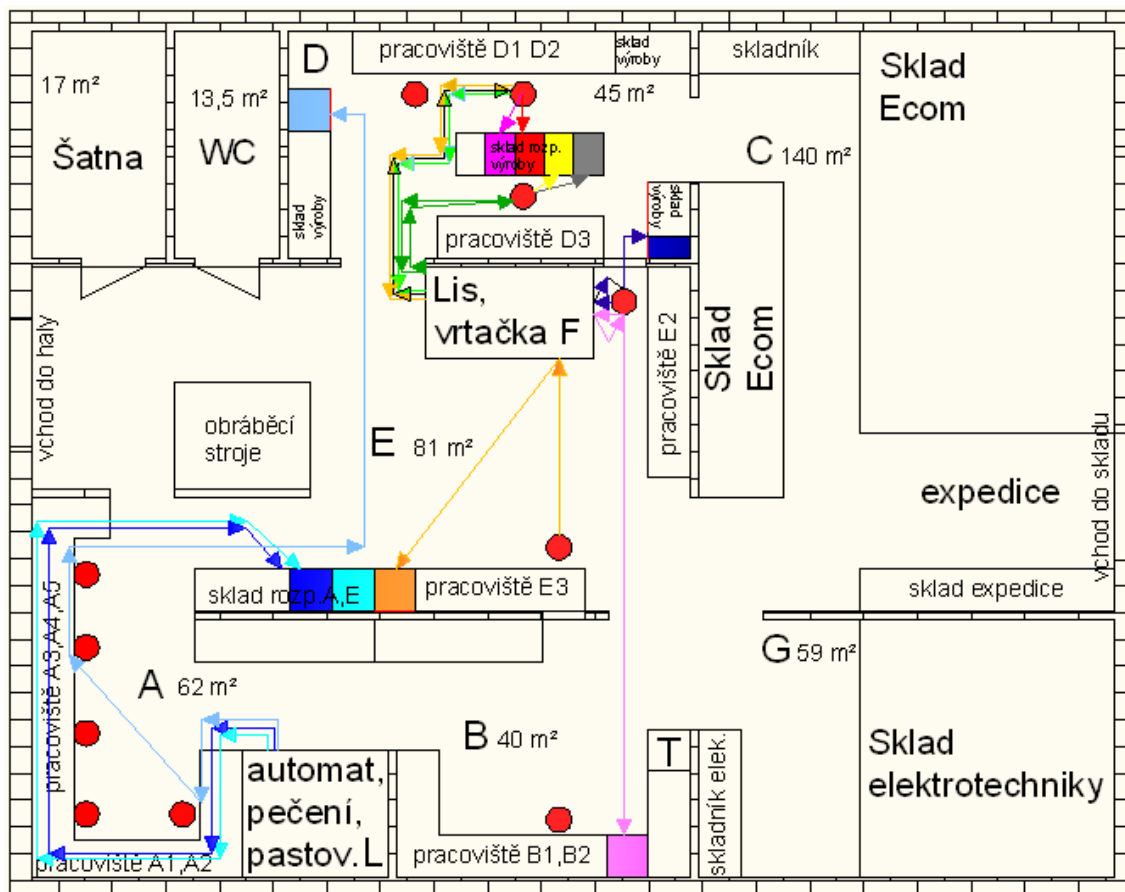
Návrh pro M.

Myčka je zrušena. Materiál je nyní dodáván v čistém stavu od dodavatele. Výrazně se snižuje výrobní čas a plýtvání u podsestav kondenzor, objímka objektivu, kyveta, plechy skříně jednotky 600.

9.1 Spaghetti diagram nové haly

A - místnost výroby tištěných spojů a elektrotechniky
 B- místo testování a ožiování přístroj
 C- prostory skladu a expedice
 D- místnost výroby optiky
 E- místnost výroby mechanických součástí
 F- stroje (lis)
 G- sklad elektrotechniky v 2.patře
 M- myčka
 T- stroj na testování finálních produktů pomocí vibrací
 L - lednička (pasta)

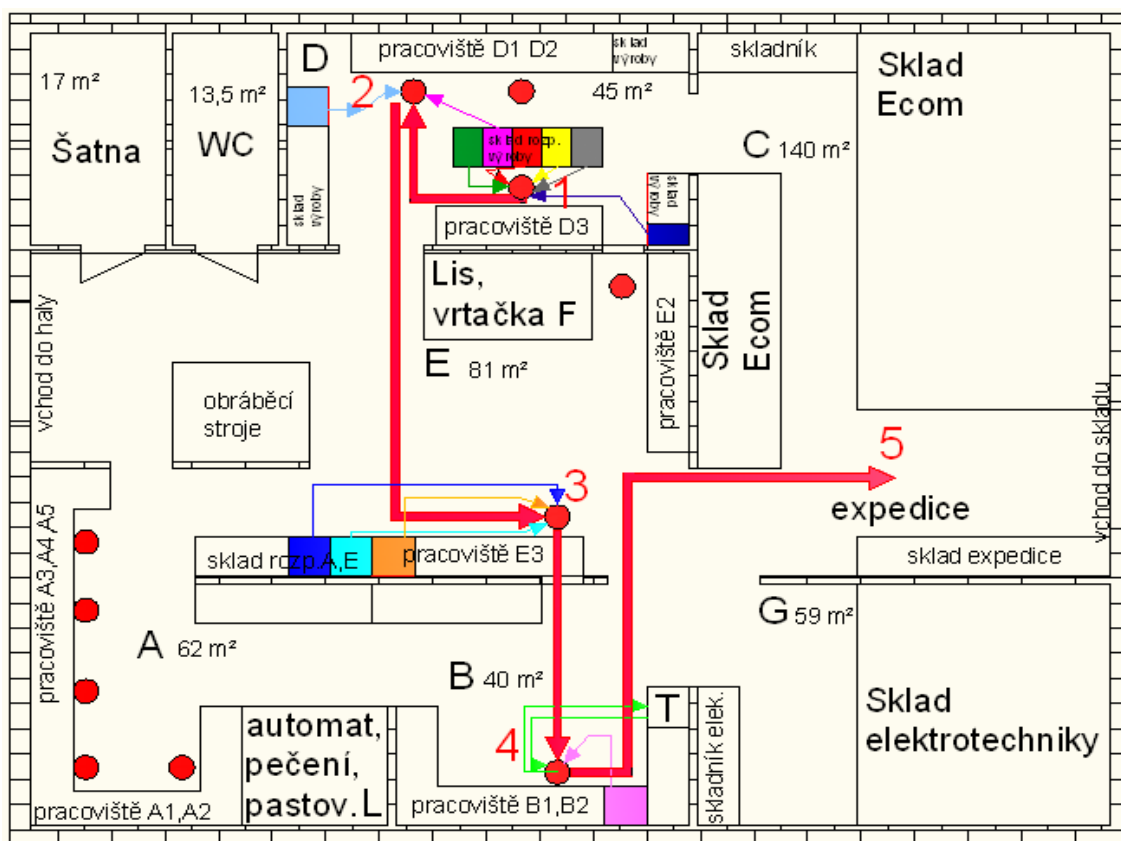
č.	barva	název podsestavy	mezisklad
1.	červená	osvětlovač sestava	D
2.	zelená	pouzdro vybojky	D
3.	oranžová	kondenzor sestava	D
4.	fialová	vybojka deuteriová TOPAZ	D
5.	žlutá	držák štěrbin sestava	D
6.	modrá	objímka objektivu	D
7.	tmavě modrá	držák zrcadla	D
8.	šedá	kyveta preparativní	B
9.	světle modrá	Adriana 46	A,E
10.	tmavě modrá	zdroj PS 36B	A,E
11.	světle modrá	snímací jednotka s diodami	D



Obrázek č. 34 – Materiálový tok výroby podsestav v nové hale

Spaghetti diagram na obrázku č. 34 zobrazuje tok jednotlivých podsestav detektoru. Před začátkem výroby připraví skladový manipulát na jednotlivá pracoviště součástky podsestav v potřebném množství a kvalitě. Tabulka na obrázku č. 34 popisuje jednotlivé podsestavy a uskladnění. Barevná legenda tabulky se shoduje s barvou šipek

naznačující tok materiálu. Na pracovišti D1 jsou vyráběny podsestavy kondenzor, pouzdro výbojky, osvětlovač, výbojka deuteriová TOPAZ. D3 vyrábí držák štěrbin, držák zrcadla, kondenzor. Všechny jmenované podsestavy jsou uskladněny na pracovišti D. E2 vyrábí objímku objektivu, kyvetu preparativní. Objímka objektivu se transportuje na mezisklad D. Kyvetu preparativní na mezisklad B. V E3 se v průběhu montáže podsestav vyrábí skříň pro detektor. Zůstane uskladněna na meziskladu A, E. Na pracovišti A se vyrábějí podsestavy Adriana 46, zdroj PS 36B, snímací jednotka. PS 36B a Adriana 46 se uskladní ve skladu rozpracované výroby A, E. Snímací jednotka putuje na mezisklad D. V této fázi výroby jsou veškeré podsestavy vyrobeny a připraveny na jednotlivých pracovištích k postupné montáži detektoru. Montáž detektoru popisuje obrázek č. 35.



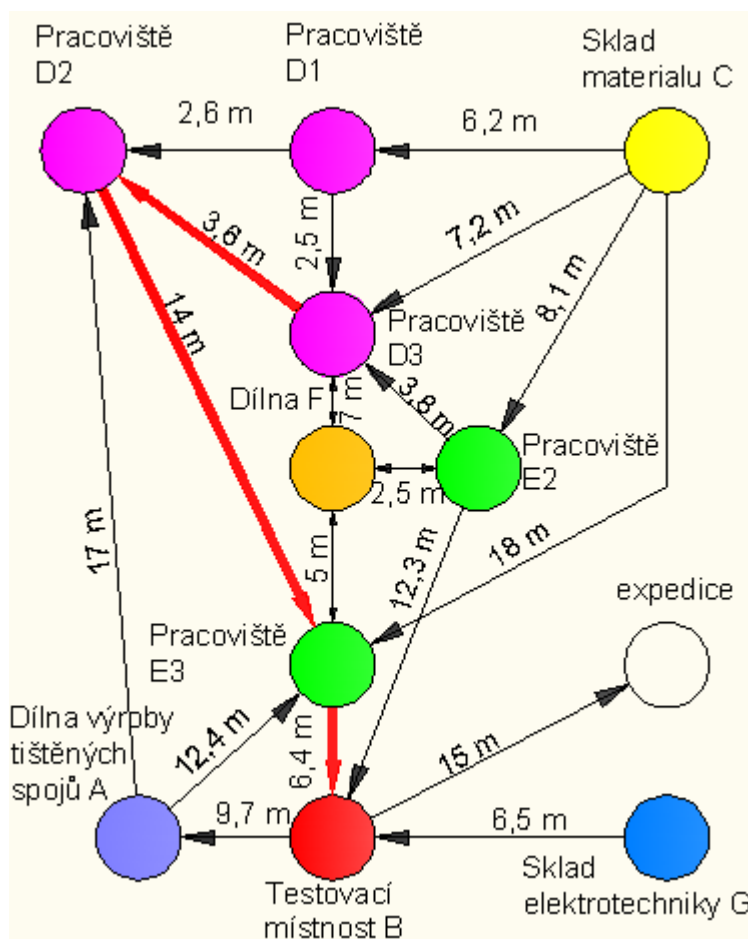
Obrázek č. 35 – Postupná montáž detektoru v nové hale

Montáž začíná v místnosti D na pracovišti D3. Postupně do tělesa monochromátoru připojí držák štěrbin, držák zrcadla, objímka objektivu, osvětlovač. Následuje transport na D2. Zde se připojí výbojka TOPAZ a snímací jednotka. Transport z D2 na E3, kde se hotový monochromátor přimontuje do skříně se zdrojem PS36B, Adriana 46. Z E3 se již hotový detektor přesune na pracoviště B. Zde se doplní o preparativní kyvetu. Poté

probíhá test na vibrace a zahoření (test nepřetržitého chodu detektoru). Po ukončení testů se detektor dopraví na expedici.

9.2 Vzdálenosti mezi pracovišti nové haly

Poloha pracovišť v nové hale je navržena tak, aby se snížila vzdálenost transportu materiálu ze skladu a mezi jednotlivými pracovišti navazující výroby. Obrázek č. 36 schematicky popisuje vzdálenosti mezi sklady a jednotlivými pracovišti. Oproti obrázku č. 27 zmizela pozice ledničky, testovací vibrační stroj, pracoviště E4, E1.



Obrázek č. 36 – Schéma vzdáleností pracovišť v nové hale

Lednička L byla zařazena na pracoviště A tak, aby pasta byla v blízkosti potřebného pracoviště. Testovací vibrační stroj byl přesunut do místnosti testování B. Pracoviště E4 bylo přesunuto do místnosti A. Pozice E1 byla přesunuta na D3. Červená šipka na obrázku č. 36 znázorňuje transportní vzdálenost a směr toku materiálu mezi pracovišti

při postupné konstrukci detektoru. Šachovnicová tabulka č. 32 popisuje vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti. V porovnání s tabulkou č. 21 je na první pohled jasné že došlo k výraznému zkrácení vzdáleností.

Tabulka č. 32 – Šachovnicová tabulka vzdáleností mezi pracovišti v nové hale

na pracoviště		Sklad C	Sklad G	Dílňa A	Dílňa B	Dílňa D1	Dílňa D2	Dílňa D3	Dílňa E2	Dílňa E3	Dílňa F	Expedice
z pracoviště		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sklad C	1					6,2		7,2	8,1	18		
Sklad G	2			17,2	6,5							
Dílňa A	3		17,2				17			12,4		
Dílňa B	4		6,5							6,4		15
Dílňa D1	5	6,2					2,6	2,5			8	
Dílňa D2	6			17		2,6		3,6		14		
Dílňa D3	7					2,5	3,6		3,8		7	
Dílňa E2	8	8,1			12,3			3,8			2,5	
Dílňa E3	9	18		12,4	6,4						5	
Dílňa F	10					8		7	2,5	5		
Expedice	11				15							

9. 3 Příprava před montáží detektoru v novém výrobním systému

Před začátkem výroby manipulant skladu přichystá a doplní součástky podsestav na jednotlivá pracoviště v potřebném množství a kvalitě. Manipulant je průběhu výroby připraven podpořit transport materiálu mezi pracovišti, kontroluje stav potřebných součástek. Zároveň je za tento stav odpovědný. Pokud si to situace vyžádá, manipulant okamžitě doplní potřebný materiál tak, aby se nezastavil průběh výroby. Součástky (kondenzor, objímka objektivu, plechové části skříně detektoru, kyveta) jsou od výrobce dodávány v požadované čistotě. Odpadá nutnost mytí součástek podsestav v myčce. Součástky klips, kryt kyvety jsou dodávány v potřebné kvalitě a balení. Sklad elektrotechniky je umístěn blízko pracoviště A, B. Lednička s přípravkem (pasta) je přímo na pracovišti A. Díky změnám, které jsou oproti původnímu stavu navrženy, se čas a transportní vzdálenosti materiálu příprav nezapočítávají do celkového času výroby

detektoru. Montážní pracovníci se nestarají o chystání, přípravu a transport materiálu na pracoviště. Vše mají připraveno přímo na pracovišti v potřebném množství a kvalitě, zároveň je jim vždy k dispozici manipulát sklady, který napravuje možné nedostatky v zásobování v průběhu výroby.

9. 4 Výroba podsestav v novém výrobním systému

Výroba mechanických a optických podsestav je soustředěna do místnosti D, E2 blízko sebe. Dílna F využívaná při montáži je ve středu pracovišť D1, D3, E2, E3. Elektrotechnické součásti vznikají postupně na pracovišti A.

Tabulka č. 33 – Časy výroby a manipulační vzdálenosti podsestav v nové hale

č.	Podsestavy	vzdálenost [m]	čas [s]	pracoviště	mezisklad	Dílňa F
1.	osvětlovač sestava	6	342	D1	D	Ne
2.	pouzdro výbojky	16	162	D1	D	Ano
3.	kondenzor sestava	16	181	D1	D	Ano
4.	výbojka deuteriová TOPAZ	2	6293	D1	D	Ne
5.	Adriana 46	30,5	4634	A	AE	Ne
6.	držák štěrbin sestava	2	32	D3	D	Ne
7.	objímka objektivu	6,9	121	E2	D	Ano
8.	držák zrcadla	2	155	D3	D	Ne
9.	výroba monochromátoru D3	30	921	D3	D	Ano
10.	zdroj PS 36B	30,5	6639	A	A	Ne
11.	kyveta preparativní	20,3	3039	E2	B	Ano
12.	snímací jednotka s diodami	31	6669	A	AE	Ne
13.	Celkem	193,2	29188			

Tabulka č. 33 zobrazuje čas výroby podsestavy, vzdálenosti, které je třeba ujít během výroby, pozice pracoviště, kde podsestava vzniká, místo uskladnění hotových podsestav na pracovišti a fakt, zda pracovník během výroby musí jít do dílny F. Materiálový tok během výroby podsestav znázorňuje obrázek č. 34.

9. 5 Montáž detektoru v novém výrobním systému

Materiálový tok montáže detektoru zobrazuje obrázek č. 35. Montáž detektoru začíná na pracovišti D3. Pracovník má na dosah ruky všechny potřebné podsestavy, které k montáži potřebuje. Po ukončení práce na D3 se monochromátor transportuje na D2, kde se doplní o snímací jednotku, o výbojku TOPAZ. Během montáže se provádí kalibrace a zkouší se optické vlastnosti detektoru. Po ukončení práce se hotový monochromátor transportuje na pracoviště E3. Na E3 se k monochromátoru přidá řídicí systém Adriana 46, zdroj PS 36B a skříň detektoru. Téměř hotový detektor je z E3 transportován na B.

Tabulka číslo 34 zobrazuje vzdálenosti a čas potřebný k montáži detektoru.

Tabulka č. 34 – Montáž detektoru v nové hale

č.	montáž detektoru	vzdálenost [m]	čas [s]	pracoviště	mezisklad	dílna
1.	výroba monochromátoru D 2	19	1864	D2	EA	ne
2.	montáž flash jednotky 600	44,4	800	E3	B	ano
3.	finální montáž DAD 600	0	4697	B	B	ne
	Celkem	63,4	7361			

9. 6 Testování detektoru v novém výrobním systému

V místnosti B se provádí testování detektoru Flash 06 DAD 600. Detektor se doplní o podsestavu (preparativní kyveta, kabely) a nahraje se software. Detektor se testuje 72 932 s, tj. 1215 minut. Po ukončení testu se přesune na vibrační zařízení, kde proběhne test odolnosti detektoru na vibrace. Vibrační zařízení je umístěno přímo na pracovišti. Po ukončení testu proběhne krátká kontrola funkčnosti detektoru. Po ukončení všech prací v místnosti B se hotový detektor Flash 06 DAD 600 transportuje na expedici. Tabulka č. 35 popisuje vzdálenost a čas, potřebné k montáži, a testování detektoru, spojené s transportem na expedici.

Tabulka č. 35 – Testování detektoru v nové hale

č.	testování detektoru	vzdálenost [m]	čas [s]	pracoviště	mezisklad	dílna
1.	oživování a testování	19	72932	B	expedice	ne

9. 7 Zhodnocení nového výrobního systému

Kapitola se zabývá zhodnocením nového výrobního systému. Jednotlivé fáze výroby popisuje tabulka č. 36. Celkový čas výroby činí 109 481 s, tj. 1825 minut. V součtu se během výroby urazí 275,6 m. Díky navrženým změnám při zásobování jednotlivých pracovišť se příprava materiálu nezapočítává do času výroby. Nezatěžuje montážní pracovníky, kteří se mohou soustředit jen na výrobu.

Tabulka č. 36 – Vzdálenosti a časy nového výrobního systému

č.	fáze výroby	čas [s]	pohyb [m]
1.	příprava materiálu	0	0
2.	výroba podsestav	29188	193,2
3.	montáž detektoru	7361	63,4
4.	testování	72932	19
5.	celkem	109481	275,6

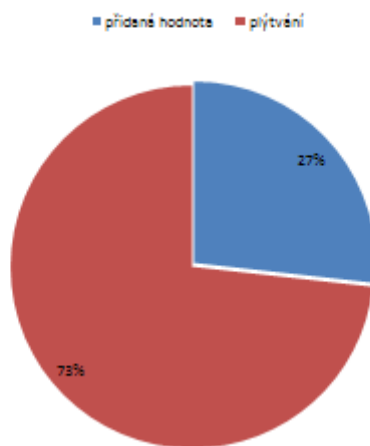
Tabulka č. 37 dává informace o poměru mezi plýtváním a přidanou hodnotou v novém výrobním systému. Přidaná hodnota činí 29 294 s, tj. 488 minut, plýtvání 80 187 s, tj. 1337 minut.

Tabulka č. 37 – Přidaná hodnota a plýtvání v novém provozu

č.	sestava	přidaná hodnota [s]	plýtvání [s]
1	osvětlovač sestava	317	25
2	pouzdro výbojky	143	19
3	kondenzor sestava	142	39
4	výbojka deuteriová TOPAZ	5379	914
5	Adriana 46	3869	765
6	držák štěrbinový sestava	29	3
7	objímka objektivu	80	41
8	držák zrcadla	151	4
9	výroba monochromátoru D2	1779	85
10	výroba monochromátoru D3	863	58
11	montáž flash jednotky 600	722	78
12	zdroj PS 36B	5766	873
13	kyveta preparativní	310	2729
14	snímací jednotka s diodami	5047	1622
15	oživování a testování	4697	72932
	celkem [s]	29294	80187

Procentuálně poměr mezi plýtváním a přidanou hodnotou zobrazuje obrázek č. 37. Plýtvání činí 73 % z celkového času výroby, přidaná hodnota 27 %.

poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním v %



Obrázek č. 37 – Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním v %

Tabulka č. 38 popisuje stav nového výrobního procesu. Čas nutný k výrobě detektoru Flash 06 DAD 600 je 109 481 s, tj. 1825 minut. Vzdálenost, kterou ušli zaměstnanci během výroby detektoru, se rovná 275,6 m. Celkový čas, kdy pracovník přidává hodnotu výrobku, činí 29 294 s, tj. 488 minut. Součet výrobních časů operací, které výrobku nepřinášejí hodnotu, je 80 187 s, tj. 1337 minut. Následující kapitola se bude zabývat porovnáním stávajícího výrobního systému s nově navrženým.

Tabulka č. 38 – Zhodnocení nového výrobního systému

měřená veličina	hodnota
celkový čas výroby [s]	109481
celkový čas plýtvání [s]	80187
celkový čas přidané hodnoty [s]	29294
celková vzdálenost [m]	275.6

10. Porovnání výrobních systému

Analýza:

- a) Porovnání průběhů výroby.
- b) Poměr mezi plýváním a přidanou hodnotou.
- c) Transportní vzdálenosti.
- d) Zhodnocení

a) Porovnání průběhů výroby

1. Příprava materiálu

Stávající výrobní systém

Zásobování pracovišť si zajišťují sami montážní pracovníci. Součástky podsestav (kondenzor, objímka objektivu, kyveta, plechy skříně detektoru) se musí před transportem na pracoviště mýt v myčce a až poté přepravit na pracoviště. Čas předvýrobních příprav je 27 266 s, tj. 455 minut.

Nový výrobní systém

Zásobování pracovišť zajišťuje manipulant skladu, stará se o stav materiálu na jednotlivých pracovištích tak, aby montážní pracovníci měli veškeré součástky v potřebném množství a kvalitě právě v čas na místě. Součástky podsestav (kondenzor, objímka objektivu, kyveta, plechy skříně detektoru) dodává výrobce v potřebné kvalitě. Jmenované součástky nemusí do myčky. Myčka byla zrušena. Montážní pracovník se nezdržuje chytáním, mytím a přípravou potřebného materiálu a může pracovní čas investovat do výroby detektoru. Čas výrobních příprav je 0 s.

2. Výroba podsestav

Stávající výrobní systém

Vzdálenost pracovišť A, B, E, D není ideální. Tento stav je dán tvarem a uspořádáním místností budovy, kde probíhá výroba. Při výrobě některých podsestav (tabulka č. 23) je nutné využít lis nacházející se v místnosti F (dílna se stroji). Lis není v ideální

vzdálenosti od pracovišť, tím se prodlužují časy výroby. Problematické podsestavy jsou snímací jednotka a monochromátor. Snímací jednotka se zbytečně během výroby transportuje mezi pracovišti A a E4 a zpět. Tím se prodlužuje čas výroby. Montáž monochromátoru na E1 je zpomalena o nekvalitní součástku klips dodanou výrobcem. Další problém je ochranná fólie na krytu kyvety. Čas výroby podsestav je 30 160 s, tj. 504 minut.

Nový výrobní systém

Výroba optických a mechanických součástí je koncentrována (pracoviště D, E) tak, aby transportní vzdálenost mezi pracovišti byla co nejmenší. Dílna F s lisem je v blízkosti potřebných pracovišť. Výroba snímací jednotky nyní probíhá jen na pracovišti A. Součástku klips dodavatel dodává v potřebné kvalitě. Kryt kyvety je dodáván v jiném balení. Čas výroby je 29 188 s, tj. 486 minut.

3. Montáž detektoru

Stávající výrobní systém

Vzdálenosti mezi montážními pracovišti E1, D2, E3 nejsou ideální. Vyrobené podsestavy je nutné na velké vzdálenosti transportovat. Tento stav je dán stavbou výrobní haly. Montáž detektoru a transport potřebných podsestav z meziskladů výroby zobrazuje obrázek č. 26. Čas výroby 7410 s, tj. 124 minut.

Nový výrobní systém

Montážní pracoviště detektoru D2, D3 jsou koncentrovány v místnosti D. Vyrobené podsestavy není nutné transportovat na velké vzdálenosti, výroba navazuje na sebe. Montáž detektoru v nové hale zobrazuje obrázek č. 35. Čas montáže detektoru z podsestav je 7361 s, tj. 123 minut.

4. Testování

Stávající výrobní systém

Detektor se testuje v místnosti B. Pracovník musí mimo pracoviště B transportovat detektor na vibrační testovací zařízení a zpět. Čas testování je 72 957 s, tj. 1216 minut.

Nový výrobní systém

Testování probíhá v místnosti B. Vibrační testovací zařízení je umístěno přímo na pracovišti B. Čas testování je 72 932 s, tj. 1215 minut.

Tabulka č. 39 porovnává jednotlivé fáze výroby. Z tabulky je patrné, že nový výrobní systém vyrobí detektor rychleji o 28 312 s, tj. 472 minut.

Tabulka č. 39 – Porovnání průběhů výroby

č.	fáze výroby	stávající výrobní systém [s]	nový výrobní systém [s]	zlepšení [%]
1.	příprava materiálu	27266	0	100
2.	výroba podsestav	30160	29188	3,2
3.	montáž detektoru	7410	7361	0,7
4.	testování	72957	72932	0,03
5.	celkem	137793	109481	20,6

b) Poměr mezi plýváním a přidanou hodnotou

Tabulka č. 40 – Porovnání výrobních systému z hlediska plýtvání

č.	výrobní systémy	celkový čas plýtvání [s]	celkový čas přidané hodnoty [s]
1.	starý výrobní systém	108499	29294
2.	nový výrobní systém	80187	29294
3.	rozdíl [s]	28312	0
4.	rozdíl [%]	26	0

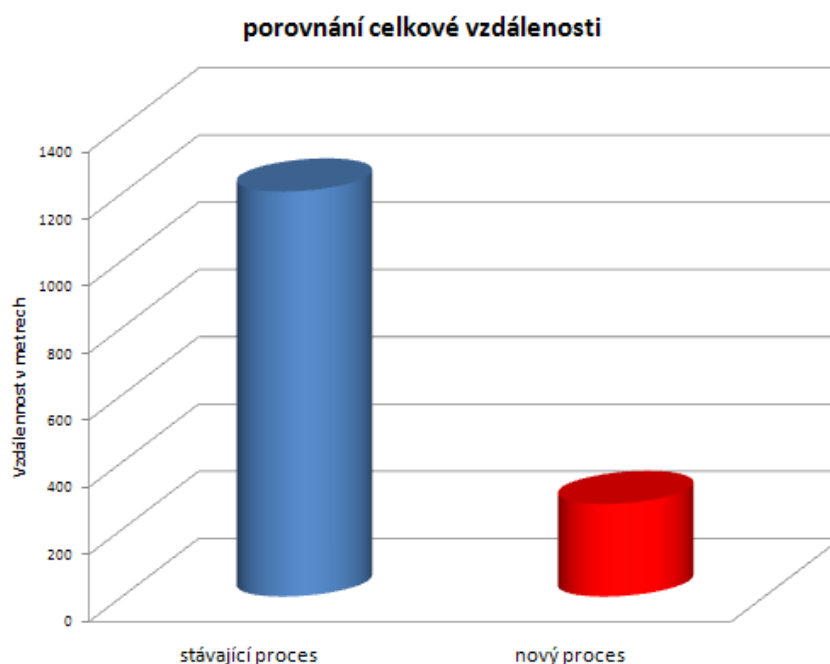
Tabulka č. 40 popisuje časy plýtvání a přidané hodnoty ve starém a novém výrobním systému. Z tabulky lze vyčíst, že nově navržený výrobní systém snižuje oproti starému plýtvání o 28 312 s, tj. 472 minut. V procentuálním vyjádření to činí 26 %.

c) Transportní vzdálenosti

Tabulka č. 41 – Vzdálenosti ураžené během výroby detektoru

č.	fáze výroby	stávající proces [m]	nový proces [m]	zlepšení o [%]
1.	příprava materiálu	609,7	0	100
2.	výroba podsestav	373,7	193,2	48
3.	montáž detektoru	185,9	63,4	66
4.	testování	36	19	47
5.	celkem	1205,3	275,6	77

Tabulka č. 41 popisuje jednotlivé vzdálenosti během výrobního procesu. Během přípravy materiálu ve stávajícím výrobním systému zaměstnanci ujdou 609,7 m. V novém výrobním systému se o přípravu materiálu stará manipulant skladu, takže tyto vzdálenosti se do výroby nezapočítávají. V novém výrobním systému zaměstnancům stačí během výroby urazit jen 275,6 m. Proti stávajícímu stavu je to zlepšení o 929,7 m. Nový výrobní systém snížil transportní vzdálenosti proti starému o 77 %.



Obrázek č. 38 – Porovnání celkových vzdáleností výrobních systémů

d) Zhodnocení

Navrhované změny ve stávajícím výrobním procesu vedly společně se změnou organizace zásobování výrobních pracovišť k jinému navržení nové haly, která má lépe uspořádaná pracoviště a tok materiálu. Vedlo k výrazným snížením všech měřených hodnot. Celkový čas nutný na výroby detektoru klesl o 20,5 %. Transportní vzdálenost, která je nutná během výroby detektoru, urazit klesla o 77 %. Plýtvání ve výrobním systému se podařilo snížit o 26 %. Veškerá naměřená data dokazují výrazné zlepšení. Z toho důvodu považuji zvolená řešení za správná a doporučuji je společnosti ECOM.

Tabulka č. 42 – Zlepšení výrobního procesu

č.	zlepšení	hodnota v [%]
1.	celkový čas výroby	20,5
2.	celkové vzdálenosti	77
3.	plýtvání sníženo	26

11. Posouzení variant pro společnost ECOM

Společnost ECOM se v budoucnu bude stěhovat do nových výrobních prostorů. Z toho důvodu si nechala navrhnout dvě nové varianty budov A a B. Navrhované budovy obsahují zázemí pro celou firmu společně s výrobními prostory. Tato kapitola se bude zabývat pouze analýzou navrhovaných variant se zaměřením na výrobu a výrobní prostory a jejich logickému uspořádání z hlediska výroby detektoru. Kapitola 9 se zabývala návrhem nového výrobního systému. Tento navržený výrobní systém bude měřítko pro technologické uspořádání výrobních pracovišť společně se sklady a pracovišti variant A, B.

Variant A

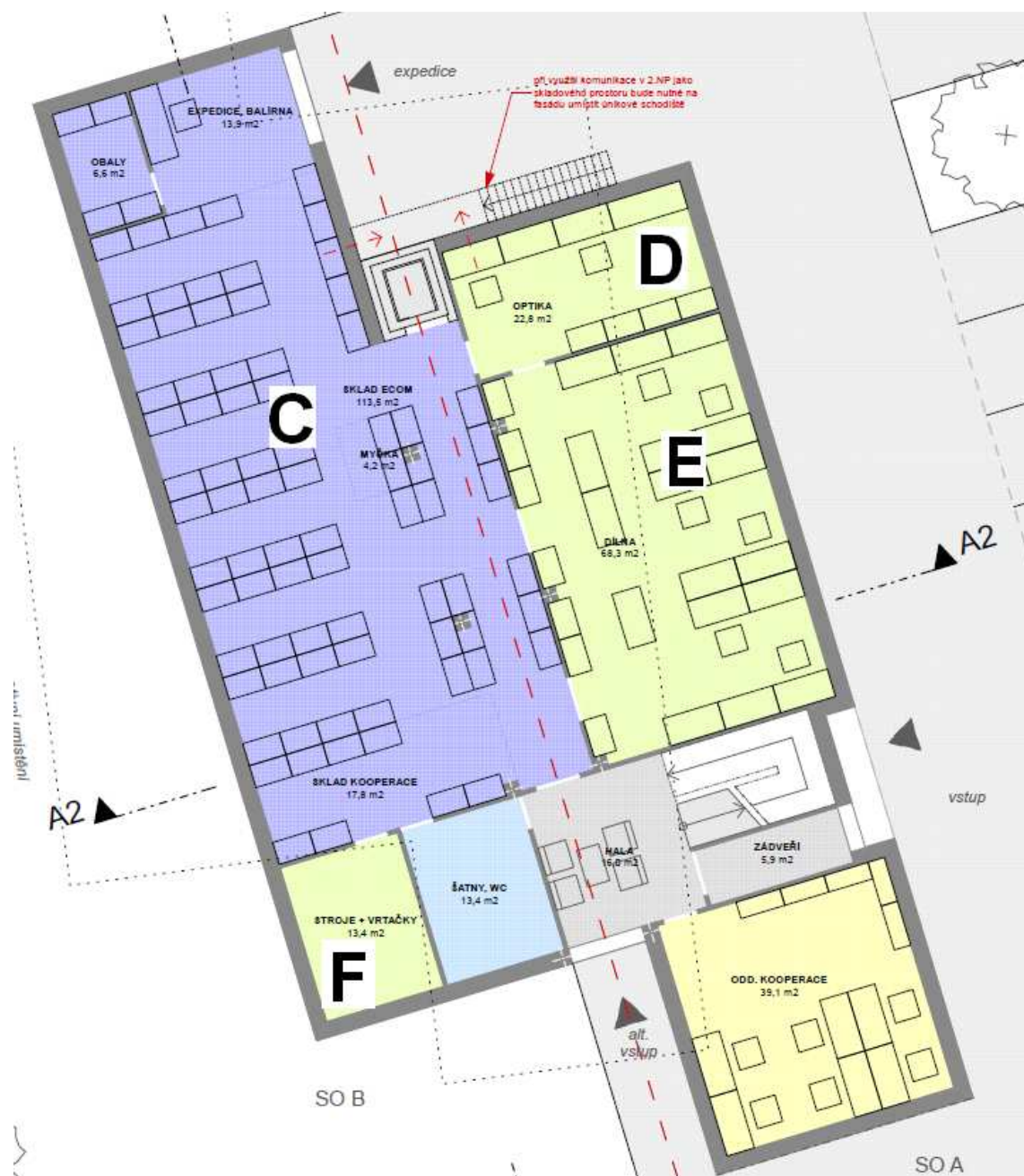
Budova se skládá ze tří pater. V přízemí budovy se nachází hlavní sklad C, expedice, hlavní výrobní prostory D, E (dílna mechanických součástí E, optika D), dílna F (lis, vrtačka). V druhém patře se nalézá dílna A (výroba elektrotechnických součástí), B (dílna oživování) a sklad elektrotechniky G. Dopravu materiálu mezi patry zajišťuje výtah a schodiště. Během materiálového toku se počítá hlavně s využitím výtahu. Obrázek č. 39 zobrazuje přízemí. Obrázek č. 40 ukazuje tvar a rozmístění výrobních pracovišť v druhém patře budovy.

Pozitiva varianty A:

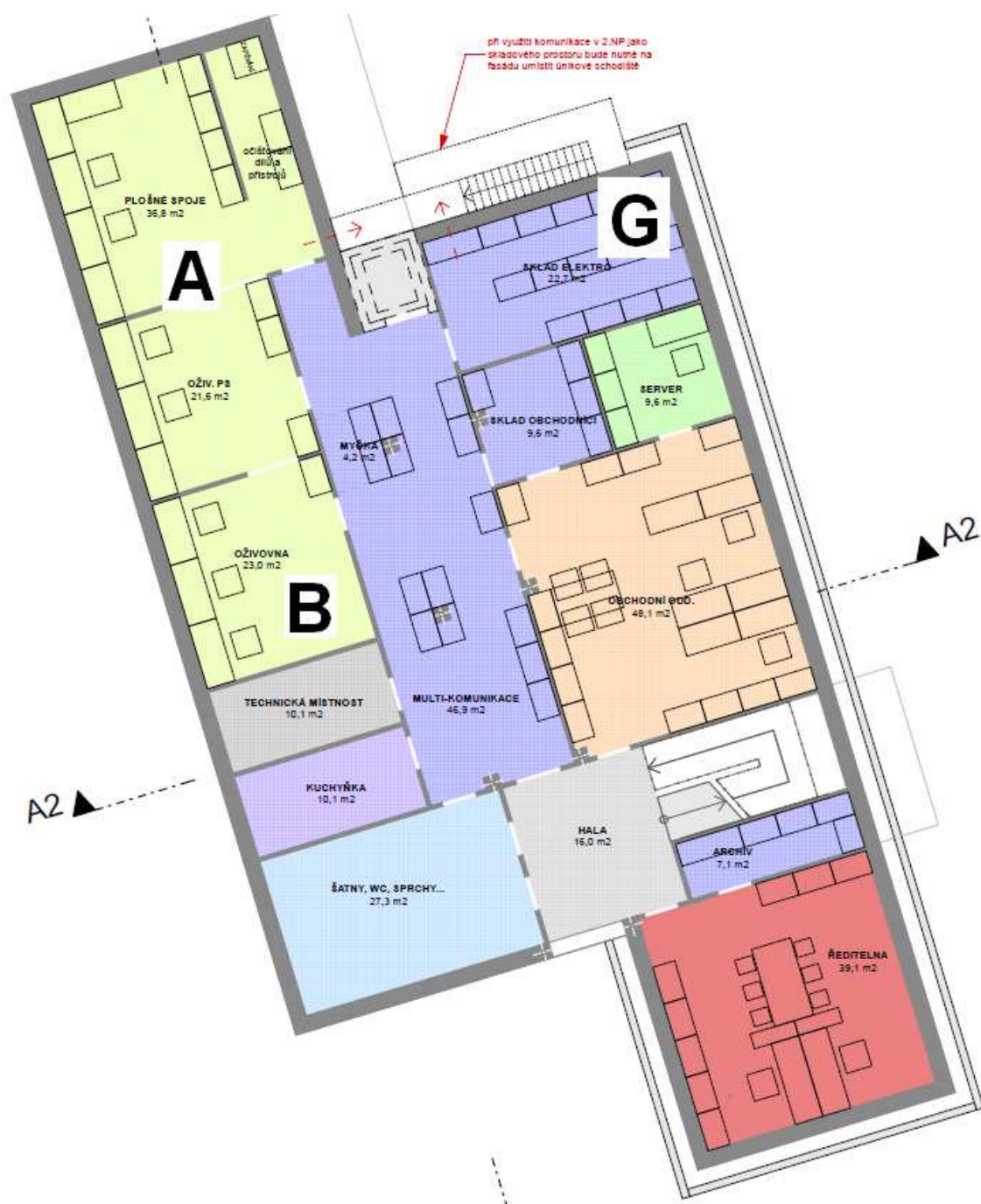
- a) Sklad C je v blízkosti výrobních dílen E a D. Zrychlí se zásobování výrobních pracovišť. Menší transportní vzdálenosti. Lepší kontakt se skladem.
- b) Výrobní dílny E a D jsou vedle sebe. Mezi pracovišti E a D je vysoký tok materiálu z toho důvodu je žádoucí malá vzdálenost mezi pracovišti. Zrychlí se tok materiálu během výroby podsestav. Menší transportní vzdálenosti.
- c) Sklad elektrotechnických součástí je blízko pracovišť A, B.

Negativa varianty A:

- a) Dílna F (lis, stojanová vrtačka) je příliš vzdálená od pracovišť E, D. Prodlužuje se tím čas výroby.
- b) Výroba je rozdělena mezi 2 patra. Zvýšení výrobních časů kvůli transportu výtahem.
- c) Počítá s využitím myčky.



Obrázek č. 39 – Přízemí budovy varianty A



Obrázek č. 40 – Druhé patro budovy varianty A

Varianta B

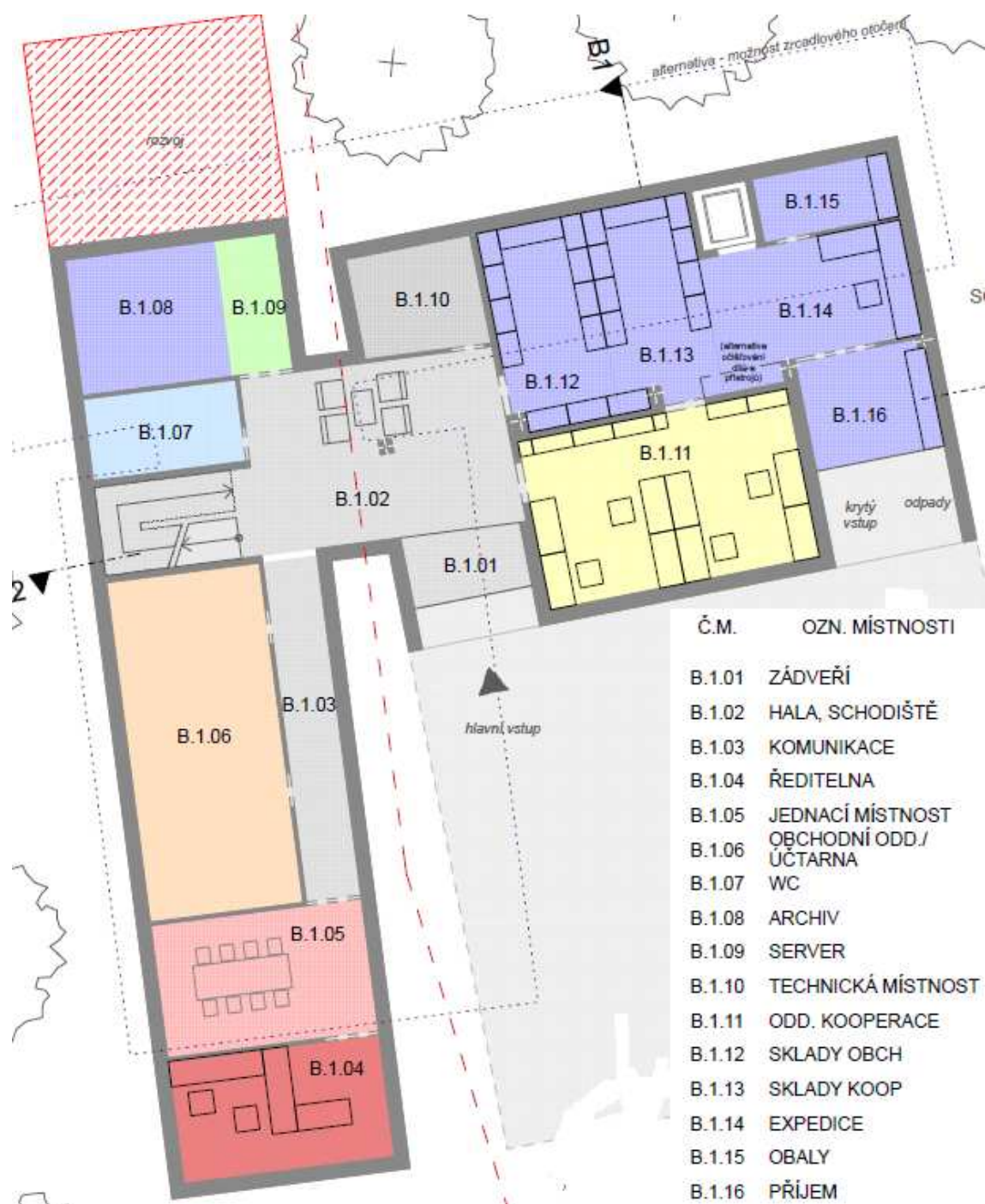
Budova má tvar písmene L a skládá se ze tří pater. V přízemí budovy se nachází expedice a nevýrobní prostory. V druhém patře se nachází celá výroba. Dílny D, E, A, B. Sklady C, G. Dílna F. Dopravu mezi expedicí a druhým patrem zajišťuje výtah umístěný v prostorách skladu C. Obrázky č. 41 a 42 zobrazují tvar a pozici jednotlivých výrobních pracovišť.

Pozitiva varianty B:

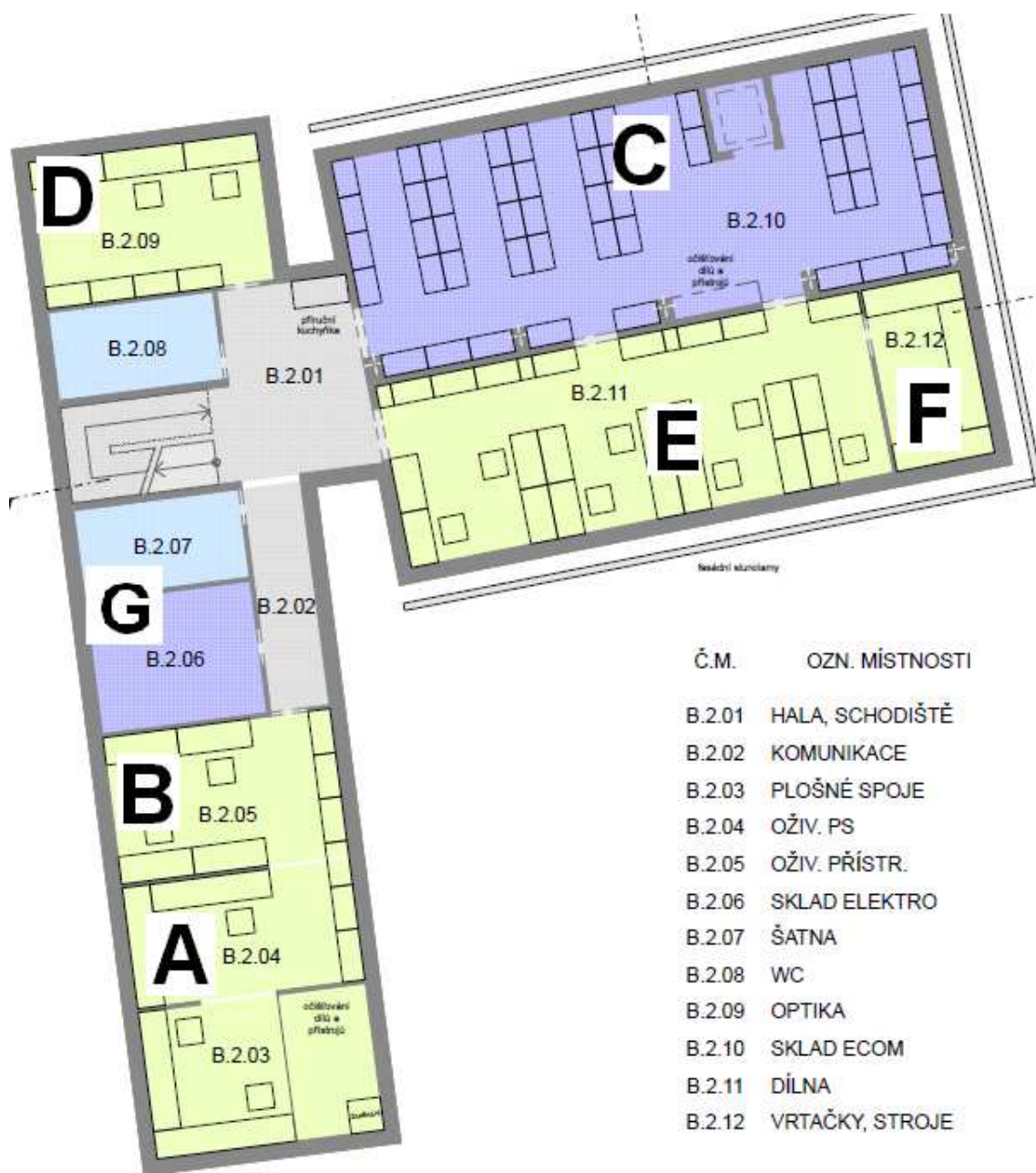
- a) Sklad C je v blízkosti dílny E. Zrychlí se zásobování výrobních pracovišť. Menší transportní vzdálenosti lepší kontakt se skladem.
- b) Dílna F je v blízkosti dílny E. Zkracuje se tím doba výroby podsestav na pracovišti E.
- c) Sklad elektrotechniky G je blízko pracovišť A, B.
- d) Celá výroba je umístěna v jednom patře.

Negativa varianty B:

- a) Dílna D je dál od skladu.
- b) Pracoviště D je příliš vzdálené od dílny F (lisy, stojanová vrtačka). Prodlužuje se tím čas výroby.
- c) Pracoviště D je vzdálené od pracoviště E. Mezi pracovišti E a D je vysoký tok materiálu, proto je větší vzdálenost značně nežádoucí. Výrazně se zvyšuje čas výroby.
- d) Dílna B je příliš vzdálena od expedice.
- e) Varianta B počítá s využitím myčky.



Obrázek č. 41 – Přízemí budovy varianty B



Obrázek č. 42 – Druhé patro budovy varianty B

Porovnání varianty A a B

Tabulka č. 43 hodnotí vzdálenost pracovišť. Hodnota vyjadřuje kvalitu umístění pracoviště v návrhu z hlediska výroby a další návaznosti během montáže detektoru. Čím je hodnota vyšší tím lepší je poloha pracoviště. Naopak nižší hodnota znamená špatné umístění pracoviště, které svou nevhodnou polohou zvyšuje dobu výroby detektoru. Tabulka číslo 44 posuzuje návrh A. Písmena v tabulce reprezentují pracoviště.

Tabulka č. 43 – Hodnocení vzdáleností pracovišť

	hodnocení
3	výborná
2,5	dobrá
2	průměrná
1,5	špatná
1	nevyhovující
0	nepotřebná

Tabulka č. 44 – Hodnocení varianty A z hlediska vhodnosti uspořádání pracovišť

Návrh nové výrobní haly varianta A										
hodnocení rozmístění pracovišť	Prostory	A	B	C	D	E	F	G	exp.	suma
	A		3	0	2	2,5	0	3	0	10,5
	B	3		0	0	2	0	3	2	10
	C	0	0		3	3	0	0	0	6
	D	2	0	3		3	1,5	0	0	9,5
	E	2,5	2	3	3		2	0	0	12,5
	F	0	0	0	1,5	2		0	0	3,5
	G	3	3	0	0	0	0		0	6
	exp.	0	2	0	0	0	0	0		2
	hodnocení celkem									60

Tabulka č. 45 – Hodnocení varianty B z hlediska vhodnosti uspořádání pracovišť

Návrh nové výrobní haly varianta B										
hodnocení rozmístění pracovišť	Prostory	A	B	C	D	E	F	G	exp.	
	A		3	0	2	2	0	3	0	10
	B	3		0	0	2,5	0	3	1,5	10
	C	0	0		2,5	3	0	0	0	5,5
	D	2	0	2,5		2	1,5	0	0	8
	E	2	2,5	3	2		3	0	0	12,5
	F	0	0	0	1,5	3		0	0	4,5
	G	3	3	0	0	0	0		0	6
	exp.	0	1,5	0	0	0	0	0		1,5
	hodnocení celkem									58

Hodnocení variant z hlediska vhodnosti uspořádání pracovišť

Podle tabulky č. 44 získala varianta A 60 bodů. Varianta B získala 58 bodů. Varianta A má lépe uspořádaná pracoviště z hlediska výroby detektoru.

Porovnání varianty A s novým výrobním systémem popsáním v kapitole 9

Varianta A přes rozdělení výroby na 2 patra má lépe uspořádaná jednotlivá pracoviště než varianta B z hlediska montáže detektoru. Varianta A se více blíží navrženému výrobnímu systému v kapitole 9. Dílny E, D, kde vzniká většina mechanických a optických součástí detektoru, jsou stejně jako v kapitole 9. koncentrovány u sebe. Chybou u variant A i B je pozice dílny F, která není v ideální vzdálenosti. Dílna F (lis, stojanová vrtačka) je velice využívána při výrobě podsestav, vznikajících dílnách E a D. Z toho důvodu doporučuji přiblížit dílnu F blíže k pracovištím E a D. Tím se významně zrychlí výroba a sníží vzdálenost transportu materiálu. Sklad C je umístěn v blízkosti pracovišť E, D. Výťah je umístěn na středu mezi výrobními pracovišti A, B, D, E. Sklad elektrotechniky G je v dosahu pracovišť A, B. Výroba všech elektrotechnických součástí je soustředěna v místnosti. Místnost testování B má blíže k expedici než ve

variantě B. Pokud se zavedou organizační opatření popsaná v kapitole číslo 9., varianta A se významně přiblíží navrženému výrobnímu systému, který výrazně snižuje dobu výroby, plýtvání a transportní vzdálenosti.

Závěr

Diplomová práce pomocí metod štíhlé výroby analyzuje stávající výrobní systém společnosti ECOM. Nalézá slabiny současného výrobního systému a poukazuje na ně.

Během analýzy společnosti bylo zjištěno, že 65,5 % obratu společnosti tvoří jeden typ produktu. Tento produkt z velké škály vyráběných, se stal základním prvkem pro analýzu výrobního systému. V průběhu rozboru stávajícího výrobního systému byly zjištěny závažné nedostatky: nevhodné rozmístění pracovišť, nevhodné rozmístění výrobních strojů, dodávky nekvalitně zpracovaných součástek, špatná organizace materiálového toku mezi skladem a výrobou. Bylo provedeno toto měření: čas nutný na výrobu detektoru 137 793 s, tj. 2296,55 minut a transportní vzdálenost během výroby detektoru 1205,3 m. Dále zjištěn poměr mezi plýtváním a přidanou hodnotou.

Nalezené nedostatky současného výrobního systému autor popsal a zároveň uvedl návrhy na jejich odstranění. Součástí práce je návrh na zlepšení situace stávajícího výrobního systému.

Návrh na nový výrobní systém má za úkol, zjištěné nedostatky odstranit. Zlepšit tok materiálu, snížit plýtvání, zkrátit transportní vzdálenosti a vytvořit ideální vzorový výrobní systém pro vybraný produkt.

Při návrhu nového ideálního výrobního systému, autor eliminoval zjištěné chyby. Jednotlivá navazující pracoviště a výrobní stroje vhodně koncentroval u sebe. Výrazně snížil transportní vzdálenosti. Zlepšil organizaci materiálového toku mezi skladem a výrobou. Navrhl řešení, která odstraňují problémy s nekvalitně zpracovanými součástkami detektoru.

Práce dále porovnává stávající výrobní systém s nově navrženým a zároveň dokazuje účinnost navržených prostorových a organizačních změn, vycházejících z metod štíhlé výroby. Výsledkem je, že se podařilo snížit celkový čas výroby detektoru o 28 312 s, tj. 472 minut. Transportní vzdálenosti se snížily o 77 % na 275,6 m. Plýtvání se podařilo snížit o 26 %.

Dalším úkolem bylo, zvolit správnou variantu pro návrh nových výrobních prostorů, které si společnost ECOM nechala zpracovat jako možný, budoucí koncept výroby. Diplomová práce varianty porovnává s navrženým ideálním výrobním systémem. Poukazuje na jejich klady a nedostatky. V závěru volí vhodnější variantu, která se více

blíží k navrženému ideálnímu výrobnímu systému. Tato práce bude předložena vedení společnosti ECOM jako podklad pro budoucí rozhodování vedoucích pracovníků firmy.

Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] ZEMÁNEK, J.: Henry Ford (1863 – 1947) - zakladatel moderního automobilového průmyslu a tvůrce legendární Plechové Lízinky. *www.euroekonom.cz*. [Online] 10. 11 2005. [Citace: 17.11 2010.] Dostupný z <<http://www.euroekonom.cz/osobnosticlanky.php?type=jz-ford>>.
- [2] ZEMÁNEK, J.: Tomáš Baťa (1876 – 1932) - švec, který obul polovinu světa. *www.euroekonom.cz*. [Online] 3. 7. 2006. [Citace: 17.11 2010.] Dostupný z <<http://www.euroekonom.cz/osobnosti-clanky.php?type=jz-bata>>.
- [3] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.: *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing, Praha, 2006. s. 17 ISBN 80 86851-38-9
- [4] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.: *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing, Praha, 2006. s. 17 ISBN 80 86851-38-9
- [5] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.: *Štíhlý a inovativní podnik*. Alfa Publishing, Praha, 2006. s. 17 ISBN 80 86851-38-9
- [6] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 30. ISBN 978-80-7261-173-7
- [7] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 30. ISBN 978-80-7261-173-7
- [8] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 41. ISBN 978-80-7261-173-7
- [9] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 43. ISBN 978-80-7261-173-7
- [10] BODÁS, R.: *Lean company*. *www.leancompany.cz*. [Online] LEAN company: systémy řízení, implementace štíhlé transformace, školení, 2006 [Citace: 26. 12 2010.] Dostupný z <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>.
- [11] BODÁS, R.: *Lean company*. *www.leancompany.cz*. [Online] LEAN company: systémy řízení, implementace štíhlé transformace, školení, 2006 [Citace: 26. 12 2010.] Dostupný z <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>.
- [12] BODÁS, R.: *Lean company*. *www.leancompany.cz*. [Online] LEAN company: systémy řízení, implementace štíhlé transformace, školení, 2006 [Citace: 26. 12 2010.] Dostupný z <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>.
- [13] Wikipedia. *The Toyota Way*. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 19. 5. 2011. [Citace: 21. 5. 2011.] Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/The_Toyota_Way>.

- [14] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 66. ISBN 978-80-7261-173-7
- [15] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 69. ISBN 978-80-7261-173-7
- [16] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 70. ISBN 978-80-7261-173-7
- [17] MELČÁK, M.: *Výrobní management. Učební texty*, Zlín 1999, s. 47. ISBN 80-214-1393-X
- [18] BESTA, P.: *Kaizen aneb snižování nákladů ve výrobě*. <http://udrzbapodniku.cz>. [Online] 6. 6. 2009. [Citace: 15. 2. 2010.] Dostupný z <[http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&tx_ttnews\[pointer\]=6&tx_ttnews\[tt_news\]=3305&tx_ttnews\[backPid\]=31&cHash=f440def8eb](http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&tx_ttnews[pointer]=6&tx_ttnews[tt_news]=3305&tx_ttnews[backPid]=31&cHash=f440def8eb)>.
- [19] Wikipedia. *PDCA*. www.wikipedia.org. [Online] Wikimedia, 17. 4. 2011. [Citace: 18. 4. 2011.] Dostupný z <<http://cs.wikipedia.org/wiki/PDCA>>.
- [20] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 169. ISBN 978-80-7261-173-7
- [21] MELČÁK, M.: *Výrobní management. Učební texty*, Zlín 1999, s. 231. ISBN 80-214-1393-X
- [22] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí*. 1.vyd. Liberec, Institut průmyslového inženýrství, 1998, s. 391. ISBN 80-902235-2-4
- [23] e-api. Academy of Productivity and Innovations. <http://e-api.cz>. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2011. [Citace: 22. 5 2011.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>>.
- [24] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí*. 1.vyd. Liberec, Institut průmyslového inženýrství, 1998, s. 401. ISBN 80-902235-2-4
- [25] e-api. Academy of Productivity and Innovations. <http://e-api.cz>. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2011. [Citace: 22. 5 2011.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68344.heijunka/>>.
- [26] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 154. ISBN 978-80-7261-173-7

- [27] MELČÁK, M.: *Výrobní management. Učební texty*, Zlín 1999, s. 230. ISBN 80-214-1393-X
- [28] e-api. Academy of Productivity and Innovations. <http://e-api.cz>. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2011. [Citace: 22. 5 2011.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68400.smed/>>.
- [29] Wikipedia. *Gemba*. www.wikipedia.org. [Online] Wikimedia, 5. 5. 2011. [Citace: 11. 5. 2011] Dostupný z <<http://en.wikipedia.org/wiki/Gemba> >.
- [30] Wikipedia. *5 S*. www.wikipedia.org. [Online] Wikimedia 21. 5. 2011. [Citace: 22. 5. 2011] Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/5S_%28methodology%29>.
- [31] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 193. ISBN 978-80-7261-173-7
- [32]] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí*. 1.vyd. Liberec, Institut průmyslového inženýrství, 1998., s. 350 ISBN 80-902235-2-4
- [33] Wikipedia. *5 Whys*. www.wikipedia.org. [Online] Wikimedia, 4. 5. 2011 [Citace: 14. 5. 2011] Dostupný z <http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys>.
- [34] LIKER, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, 2007, s. 171. ISBN 978-80-7261-173-7
- [35] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M.: *Týmová společnost. Podnik v globálním prostředí*. 1.vyd. Liberec, Institut průmyslového inženýrství, 1998., s. 395 ISBN 80-902235-2-4
- [36] MCBRIDE, D.: *The 7 Manufacturing Wastes*. www.emsstrategies.com. [Online] EMS Consulting Group, Inc., 29. 8 2003. [Citace: 5. 2. 2011.] Dostupný z <<http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>>.
- [37] TRILOGIQ.: *Solution for Lean Manufacturing*. <http://trilogiq.cz> [Online] Dostupný z Trilogiq CZ, <<http://trilogiq.cz/filozofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>>.
- [38] MILDORF, L.: *Poka – Yoke: abránění neshod ve výrobním procesu*. <http://katedry.fmmi.vsb.cz>. [Online] 28. 11. 2005. [Citace: 16. 4. 2011.] Dostupný z <<http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>>.
- [39] e-api. Academy of Productivity and Innovations. <http://e-api.cz>. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2011. [Citace: 22. 5 2011.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68346.balancovani-operaci/> >.

[40] MELČÁK, M.: *Výrobní management. Učební texty*, Zlín 1999, s. 83. ISBN 80-214-1393-X

[41] MELČÁK, M.: *Výrobní management. Učební texty*, Zlín 1999, s. 145. ISBN 80-214-1393-X

[42] e-api. Academy of Productivity and Innovations. <http://e-api.cz>. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2011. [Citace: 22. 5 2011.] Dostupný z < <http://eapi.cz/page/68395.vsm/> >.

[43] ECOM. ECOM spol. s.r.o. <http://www.ecom.cz> . [Online] Dostupný z ECOM spols.r. o., .<<http://www.ecomsro.cz/cz/s96-detail/o-nas/c247-o-ecomu>>.

[44] ECOM. ECOM spol. s.r.o. <http://www.ecom.cz> . [Online] Dostupný z ECOM spol. s.r.o., .<<http://www.ecomsro.cz/cz/s40-produkt/detektory-uv-vis/c285-vestavne-flash/p616-flash-06-dad-60>>. Produkty / Detektory UV-VIS / Vestavné Flash DAD, SINGLE, DUAL

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK

Seznam obrázků:

Obr. č. 1 – Henry Ford.....	9
Obr. č. 2 – Tomáš Baťa.....	10
Obr. č. 3 - Sakichi Toyoda.....	12
Obr. č. 4 - Kichiro Toyoda.....	13
Obr. č. 5 – Taiichi Ohno	14
Obr. č. 6 - Shigeo Shingo.....	14
Obr. č. 7 - J. P. Womack.....	15
Obr. č. 8 - Pyramida čtyř pravidel Toyoty	16
Obr. č. 9 - Systém výroby firmy Toyota (TPS)	22
Obr. č. 10 - Systém andon na ruční montážní lince	32
Obr. č. 11 - Diagram vytížení výrobní linky.....	37
Obr. č. 12 - Diagram vytížení výrobní linky po aplikaci takt time.....	38
Obr. č. 13 - Budova společnosti Ecom 1	41
Obr. č. 14 - Budova společnosti Ecom 2	41
Obr. č. 15 - Diagram obratu společnosti za rok	43
Obr. č. 16 - Paretova analýza produktů společnosti	45
Obr. č. 17 - Paretova analýza obratu detektorů.....	46
Obr. č. 18 - Výsečový diagram struktury detektorů z hlediska obratu	47
Obr. č. 19 - Paretova analýza množství typů vyrobených detektorů	48
Obr. č. 20 - Rozložení struktury detektorů z hlediska celkového vyrobeného množství.....	48
Obr. č. 21 - Flash 06 DAD 600.....	49
Obr. č. 22 - Diagram toků společnosti Ecom.....	50
Obr. č. 23 - Půdorys výrobní haly a popis jednotlivých místností.....	51
Obr. č. 24 - Průběh výroby detektoru DAD 600.....	53
Obr. č. 25 - Materiálový tok, montáž podsestav detektoru, výrobní mezisklady	55
Obr. č. 26 - Postupná montáž detektoru.....	56
Obr. č. 27- Schéma vzdáleností pracovišť	58
Obr. č. 28 - Diagram předmontážních příprav	60
Obr. č. 29 - Diagram transportních vzdáleností materiálů předvýrobní příprav.....	61
Obr. č. 30 - Čas výrob podsestav	62

Obr. č. 31 - Diagram transportních vzdáleností výroby podsestav.....	63
Obr. č. 32 - Časy výrobního procesu	66
Obr. č. 33 - Poměr plýtvání a přidané hodnoty v %	67
Obr. č. 34 - Materiálový tok výroby podsestav v nové hale	73
Obr. č. 35 - Postupná montáž detektoru v nové hale	74
Obr. č. 36 - Schéma vzdáleností pracovišť v nové hale	75
Obr. č. 37 - Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním v %	80
Obr. č. 38 - Porovnání celkových vzdáleností výrobních systémů.....	84
Obr. č. 39 - Přízemí budovy varianty A.....	87
Obr. č. 40 - Druhé patro budovy varianty A.....	88
Obr. č. 41- Přízemí budovy varanty B	90
Obr. č. 42 - Druhé patro budovy varanty B	91

Seznam tabulek:

Tab. č. 1 - Druhy plýtvání.....	17
Tab. č. 2 – 5 zásad metody „5S“	18
Tab. č. 3 – Soubor pravidel deseti zásad.....	20
Tab. č. 4 – Parametry rozhodování	20
Tab. č. 5 – Princip postupu obecného řešení problémů	21
Tab. č. 6 – Pojmy a metody štíhlé výroby	24
Tab. č. 7 – Hlavní znaky Kaizen.....	25
Tab. č. 8 – Princip PDCA (Plan-Do-Check-Act).....	25
Tab. č. 9 – Pravidla kanban.....	26
Tab. č. 10 – Efekt JIT ve výrobě.....	28
Tab. č. 11 – „5S“.....	30
Tab. č. 12 – Důvody pro zavedení „5S“	30
Tab. č. 13 – Základní cíle „5S“.....	31
Tab. č. 14 – 5 whys	31
Tab. č. 15 – Rozdělení obrátu společnosti Ecom z hlediska produktů za rok 2009	42
Tab. č. 16 – Souhrnná tabulka pro sestrojení grafu – ukazatel četnosti produktů	44
Tab. č. 17 – Nejvýznamnější položky.....	45
Tab. č. 18 – Typy detektorů z hlediska obrátu.....	46
Tab. č. 19 – Typy detektorů z hlediska množství vyrobených kusů.....	47

Tab. č. 20 – Nejdůležitější vlastnosti DAD detektoru	49
Tab. č. 21 – Šachovnicová tabulka vzdáleností mezi pracovišti	57
Tab. č. 22 – Tabulka transportních vzdáleností a časů předmontážních příprav	59
Tab. č. 23 – Časy výroby a manipulačních vzdáleností podsestav	61
Tab. č. 24 – Pohyb a čas potřebný k montáži	64
Tab. č. 25 – Pohyb podsestav při montáži detektoru	64
Tab. č. 26 - Čas montáže na detektoru v místnosti B	65
Tab. č. 27 - Čas testování.....	65
Tab. č. 28 - Vzdálenosti a časy při testování	65
Tab. č. 29 - Vzdálenosti a časy	66
Tab. č. 30 - Tabulka přidané hodnoty a plýtvání	67
Tab. č. 31 - Zhodnocení stavu.....	68
Tab. č. 32 - Šachovnicová tabulka vzdáleností mezi pracovišti v nové hale.....	76
Tab. č. 33 - Časy výroby a manipulační vzdálenosti podsestav v nové hale.....	77
Tab. č. 34 - Montáž detektoru v nové hale	78
Tab. č. 35 - Testování detektoru v nové hale.....	78
Tab. č. 36 - Vzdálenosti a časy nového výrobního systému.....	79
Tab. č. 37 - Přidaná hodnota a plýtvání v novém provozu	79
Tab. č. 38 - Zhodnocení nového výrobního systému.....	80
Tab. č. 39 - Porovnání průběhů výroby	83
Tab. č. 40 - Porovnání výrobního systému z hlediska plýtvání	83
Tab. č. 41 - Vzdálenosti uražené během výroby detektoru	84
Tab. č. 42 - Zlepšení výrobního procesu	85
Tab. č. 43 - Hodnocení vzdáleností pracovišť	92
Tab. č. 44 - Hodnocení varianty A z hlediska vhodnosti uspořádání pracovišť	92
Tab. č. 45 - Hodnocení varianty B z hlediska vhodnosti uspořádání pracovišť	93

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Měřené časy výroby a transportních vzdáleností

Příloha č. 2 – Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním

Příloha č. 3 – Časy výroby a transportních vzdáleností nového výrobního systému

Příloha č. 4 – Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním v novém výrobním systém

Příloha č. 1 – Měřené časy výroby a transportních vzdáleností

	osvětlovač sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				198	C
2	cesta ze skladu na prac.		x		11,48	22,1	C do D
3	tubus osvětlovače		x		4	5	D
4	kolíček do tubusu	x				30	D
5	justážní objímka	x				33,4	D
6	upínka	x				33,16	D
7	celková montáž	x				138	D
8	chůze pro lampu		x		3	15	D
9	vyndání lampy z krabice	x				12,12	D
10	centrování lampy	x				82	D
11	mezisklad na pracovišti						D
	celkem				18,48	568,78	

	pouzdro výbojky				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				76	C
2	cesta na pracoviště		x		11,48	22,1	C na D
3	pouzdro výbojky		x		19,5	21,512	D do F
4	lisování kolíčky, vodítko	x				123	F
5	pouzdro výbojky		x		19,5	21,512	F do D
6	montáž víko pouzdra	x				20	D
7	mezisklad na pracovišti						D
	celkem				50,48	282	

	výbojka deuteri. TOPAZ				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				180	C
2	cesta na pracoviště		x		11,48	22,1	C na D
3	výbojka		x		5	9	D
4	objímka montáž nervíků	x				36,5	D
5	celková montáž	x				110	D
6	Kalibrace (světelný bod)			x		600	D
7	analýza			x		3600	D
8	vyjmutí a chlazení	x				900	D
9	leukopren zalití	x				132,6	D
10	dokončovací operace	x				900	D
11	mezisklad na pracovišti						D
	celkem				16,48	6490	

	držák štěrbinový sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				150	C
2	cesta na pracoviště		x		22,3	35,3	C na E
3	vyštípnutí krytky štěrbinový	x				20	E
4	kompletace	x				9	E
5	uskladnění na pracovišti						E
	celkem				22,3	214,3	

	objímka objektivu				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				150	C
2	cesta k myčce		x		13,86	18,2	C na M
3	mytí objímky	x				7560	M
4	cesta a pracoviště		x		36,6	62	M na E
5	mytí čočky	x				11	E
6	montáž čočky	x				40	E
7	centrování	x				30	E
8	cesta na z E na F		x		6,9	12	E na F
9	výroba těsnění	x				10	F
10	cesta z F na E		x		6,9	12	F na E
11	kontrola čočky			x		20	E
12	uskladnění na pracovišti						E
	celkem				64,26	7818,2	

	Držák zrcadla				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				150	C
2	cesta na pracoviště		x		22,3	35,2	C na E
3	osazení šroubem M4X10	x				30	E
4	osazení šroubu do červíku	x				2	E
5	osazení červa a čep. a utaž.	x				25	E
6	osazení držáků mřížky	x				43,2	E
7	utažení šroub. naneš. Emul.	x				50,6	E
8	uskladnění na pracovišti						E
	celkem				22,3	336	

	montáž flash jednotky 600				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				600	C
2	cesta k myčce		x		13,86	18,2	C na M
3	mytí plechů v myčce	x				7200	M
4	cesta na pracoviště		x		36,6	62	M na E
5	chůze z E na F		x		6,9	12	E na F
6	lisování	x				97	F
7	chůze z F na E		x		6,9	12	F na E
8	montáž ventilátorů	x				139	E
9	montáž úchytů zdroje	x				61	E
10	montáž uchyt sloupků pro Adr.	x				27	E
11	připojení lišty	x				62	E
12	montáž ADRIANY	x				39,29	E
13	montáž PS36B	x				42,2	E
14	montáž desky s adrian. a zdroj.	x				40,2	E
15	utažení drátů ventilátoru	x				15	E
16	montáž úchytů	x				30	E
17	zalepení šroubů barvou	x				32	E
18	utažení drátů	x				15	E
19	montáž úchytů	x				30	E
20	cesta z E na D pro monoch.		x		13,4	36	E na D
21	cesta z D na E s monochrom.		x		13,4	36	D na E
22	montáž monochromátoru	x				53,9	E
21	propojení drátů	x				7	E
22	montáž vodička osvětlovače	x				31	E
23	uskladnění na pracovišti E						E
24	transport na B oživovna		x		33,9	50,84	E na B
	celkem				124,96	8748,6	

	kyveta preparativní				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				150	C
2	cesta k myčce		x		13,86	18,2	C na M
3	mytí	x				1800	M
4	cesta od myčky na prac.		x		36,6		M na E
5	příprava součástek na prac.	x				180	E
6	cesta do dílny		x		6,9	12	E na F
7	výroba těsnění	x				10	F
8	cesta na pracoviště		x		6,9	12	F na E
9	čištění sklíček	x				30	E
10	montáž kyvety	x				300	E
11	cesta ke zkušebnímu stroji		x		3	5	E
12	zkoušení kyvety	x				1320	E
13	opakování měření			x		1320	E
14	lepení štítku	x				30	E
16	uskladnění na pracovišti	x					E
17	transport z E na B		x		33,9	50,84	E na B
	celkem				101,16	5196,2	

	oživování a testování				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	doplnění kabelů	x				123	B
2	nahrání software	x				600	B
3	zapojení do test. software	x				900	B
4	zahoření přes noc	x				72000	B
5	Ustál. přístroj. na test. softwer.	x				1200	B
6	nastavení a kontrola default.	x				1500	B
7	zakapání silikonem a zalep. Šro.	x				123	B
8	transport na vibrační stroj		x		10	17	B na T
9	vibrační kontrola přístroje	x				300	T
10	trans. z vibrační stroj na B		x		10	17	T na B
11	opětovná kontrola přístroje	x				600	B
12	vysuš. kyvety a její montáž	x				125	B
13	vygenerování protokolu	x				126	B
14	transport na expedici		x		16	23	B na C
	celkem				36	77654	

Snímací jednotka s diodami					[m]	[s]	
č	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	příprava součástek (sklad)		x		44,9	66	G
2	chůze pro přípravek(pasta)		x		53,4	58,78	K led.
3	chůze pro fólii		x		3	4	A
4	hledání fólie	x				5	A
5	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
6	příprava přípravku na pasto.	x				120	A
7	nanesení pasty	x				30	A
8	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
9	výroba spoje na stroji	x				150	A
10	vyjmutí		x		3	10	A
11	kontrola desky			x		240	A
12	deska do trouby		x		2	5	A
13	pečení desky	x				2700	A
14	ohýbání odporů	x				15	A
15	cesta na pracoviště		x		39,2	62	A na E
16	výroba kabelu	x				1320	E
17	příprava součástek před páje.	x				46	E
18	pájení součástek a kabelu	x				300	E
19	cesta pro základ. snímač. jed.		x		22,3	35,2	E na C
20	Vyskladnění	x				120	C
21	cesta ze skladu na pracoviště		x		22,3	35,2	C na E
22	úprava základ. jednotky na úže.	x				180	E
23	uložení snímače	x				5	E
24	utažení šroubů	x				20	E
25	nahřátí pájky					300	E
26	pájení součástek a kabelu	x				126	E
27	zalepení lepidlem	x				125	E
28	nalepení štitku a uložení do sáč.	x				120	E
29	transport na oživení z E na A		x		39,2	62	E na A
30	uskladnění na A						A
31	příprava přípravku	x				300	A
32	optická kontrola tištěného spoj	x				65	A
33	zapoř. Mikroskop., kontrola	x				56	A
34	seřízení rovinosti	x				15	A
35	připojení ke zkušebnímu přípr.	x				10	A
36	Testování	x				53,73	A
37	ekomac zkoušení snímac. jed.	x				198	A
38	polepení štitkem	x				30	A
40	zalepení šroubů barvou	x				61	A
41	zabalení do pytlíku	x				30	A
42	transport z A na D		x		27,5	29	A na D
	Celkem				262,8	7116,9	

	Zdroj PS 36B				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	příprava součástek (sklad)		x		44,9	66	G
2	příprava a kontrola výkresu			x		20	A
2	chůze pro přípravek(pasta)		x		53,4	58,78	Z A k L
3	chůze pro fólii		x		3	4	A
4	hledání fólie	x				5	A
5	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
6	příprava přípravku na pasto.	x				120	A
7	nanesení pasty	x				30	A
8	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
9	výroba spoje na stroji	x				720	A
10	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		3	10	A
11	kontrola desky			x		240	A
12	deska do trouby		x		2	5	A
13	pečení tištěného spoje	x				2400	A
14	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		2	10	A
15	proměření hodnoty odporů			x		16	A
16	k přípravku na ohyb. odporů		x		3	5	A
17	ohýbání odporů	x				10	A
18	cesta na pracoviště		x		3	5	A
19	nastříkání měřícího bodu	x				6,28	A
20	příprava krystalu	x				5	A
21	příprava součástek	x				12	A
22	pájení a osazení součást.	x				1800	A
23	nalepení cedulky	x				10	A
24	přesun na další pracoviště		x		2	5	A
25	optická kontrola tiš. spoje			x		351	A
26	oživování desky	x				800	A
27	vložení do pytlíku	x				52	A
28	uskladnění na pracovišti						A
29	transport z A na E		x		39,2	62	A na E
	celkem				161,5	6837,1	

	výroba monochromátoru E1				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástek	x				300	
2	cesta na pracoviště		x		22,3	35,2	C na E
3	chůze pro blok monochrom.		x		2	5	E
4	chůze z E na F		x		6,7	10	E na F
5	lisování kolíků	x				56	F
6	chůze na F na E		x		6,7	10	F na E
7	prostružení díry	x				44	E
8	nandání šroubů	x				3	E
9	sražení hran	x				15	E
10	Vyfouknutí	x				3	E
11	Kalibrace	x				3	E
12	vložení štěrbiny	x				5	E
13	uložení nosiče zrcadla	x				39	E
14	chůze pro o objektiv		x		3	6	E
16	výroba těsnění	x				60	E a F
17	montáž těsnění	x				3	E
18	montáž objektivu	x				40	E
19	zakrytování	x				23	E
20	chůze pro vnitřní kryt		x		4	5	E
21	čištění krytu kyvety od nálepky	x				300	E
22	osazení šrouby	x				150	E
23	přepákování krytu kyvety	x				65	E
24	montáž krytu kyvety	x				75	E
25	chůze pro osvětlovač		x		13,4	19,7	E na D
26	cesta zpět na pracoviště		x		13,4	19,7	D na E
27	montáž	x				10	E
28	cesta pro kyvetu		x		2	5	E
29	montáž pojezdů	x				46	E
30	chůze pro klips		x		3	6	E
31	čištění klipsu	x				45	E
32	sražení hran klipsu a leštění	x				612	E
33	montáž klipsu	x				68	E
34	napružení klipsu a centrování	x				30	E
35	montáž a utažení šroubů	x				120	E
36	nastavení klipsu	x				11	E
37	uskladnění na pracovišti						E
38	transport z E na D		x		13,4	36	E na D
	celkem				89,9	2283,6	

výroba monochromátoru D2					[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	cesta k uskladnění na D		x		3	4	D
2	cesta pro lampu		x		2	2	D
3	uložení lampy očištění	x				10	D
4	montáž lampy do pouzdra	x				30	D
5	odklopení víka	x				10	D
6	montáž posuvníku na krabici	x				19	D
7	montáž opěry	x				8	D
8	montáž lože zrcadla,objím.,zrcad.	x				73	D
9	vložení do krabice monochrom.	x				10	D
10	vložení mřížky do držáku mříž.	x				117	D
11	vložení držáku (kompletní)	x				76	D
12	ulož. nastav. držáku štěrbin	x				117	D
13	připoj. k zdroj, kalibr. zrcad. a mříž.	x				140	D
14	výměna držáku štěrbin za funkční	x				56	D
15	manuální nastavení paprsku	x				177	D
16	vyjmutí přípravku	x				15,25	D
17	vložení filtru do snímač. a kalibrace	x				68	D
18	vlož.snímac.jednot.do skřín.mono.	x				94	D
19	kalibrace (využití PC), nastav filtru	x				423	D
20	vyfouknutí prachu ze skříně	x				5	D
21	zakapání šroubů barvou	x				22,91	D
22	zakrytování	x				80	D
23	montáž zadního víka	x				21	D
24	montáž krytky přívodního kabelu	x				25	D
25	popsání a nalepení štítku	x				23	D
26	připojení,testování a kalibrace	x				180	D
27	odpojení kabelů od přípravku	x				12	D
28	zakapání šroubů skříně monoch.	x				10	D
29	uskladnění na pracovišti D		x			6	D
	celkem				5	1834,16	

	Adriana 46				[m]	[s]	pohyb
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	
1	příprava součástek (sklad)		x		44,9	40	G
2	příprava a kontrola výkresu			x		20	A
2	chůze pro přípravek (pasta)		x		53,4	58,78	z A k L
3	chůze pro fólii		x		3	4	A
4	hledání fólie	x				5	A
5	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
6	příprava přípravku na pasto.	x				120	A
7	nanesení pasty	x				30	A
8	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
9	výroba spoje na stroji	x				400	A
10	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		3	10	A
11	kontrola desky			x		240	A
12	deska do trouby		x		2	5	A
13	pečení tištěného spoje	x				2400	A
14	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		2	10	A
15	proměření hodnoty odporů			x		16	A
16	k přípravku na ohyb. odp.		x		3	5	A
17	ohýbání odporů	x				10	A
18	cesta na pracoviště		x		3	5	A
19	nastříkání měřícího bodu	x				6,28	A
20	příprava krystalu	x				5	A
21	příprava součástek	x				12	A
22	pájení a osazení součást.	x				303	A
23	nalepení cedulky	x				10	A
24	přesun na další pracoviště		x		2	5	A
25	optická kontrola tiš. spoje			x		243	A
26	oživování desky	x				720	A
27	vložení do pytlíku	x				52	A
28	uskladnění na pracovišti						A
29	transport z A na E		x		39,2	62	A na E
	celkem				161,5	4806,06	

	kondenzor sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyskladnění součástí					150	C
2	k myčce		x		13,86	18,2	C na M
3	myčka odmaštění	x				7200	M
4	na pracoviště		x		28,2	34,72	M do D
5	kontrola čočky			x		20	D
4	těleso kondenzoru		x		19,5	21,512	D do F
5	lisování, kolíky, čočka	x				127	F
6	výroba podložky (lis)	x				3	F
7	těleso kondenzoru		x		19,5	21,512	F do D
8	montáž podložky	x				12	D
9	mezisklad na pracovišti						D
	celkem				81,06	7608	

Příloha č. 2 – Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním

	osvětlovač sestava	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	198	
2	cesta ze skladu na prac.	22,1	
3	tubus osvětlovače	5	
4	kolíček do tubusu		30
5	justážní objímka		33,4
6	upínka		33,16
7	celková montáž		138
8	chůze pro lampu	15	
9	vyndání lampy z krabice	12,12	
10	centrování lampy		82
11	mezisklad na pracovišti		
	celkem	252,22	316,56

	pouzdro výbojky	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	76	
2	cesta na pracoviště	22,1	
3	pouzdro výbojky	21,512	
4	lisování kolíčky, vodítko		123
5	pouzdro výbojky	19,5	
6	montáž víko pouzdra		20
7	mezisklad na pracovišti		
	celkem	139,112	143

	kondenzor sestava	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	150	
2	těleso kondenzoru k myčce	18,2	
3	myčka odmaštění	7200	
4	těleso kondenzoru na prac.	34,72	
5	kontrola čočky	20	
4	těleso kondenzoru	21,512	
5	lisování, kolíky, čočka		127
6	výroba podložky (lis)		3
7	těleso kondenzoru	21,512	
8	montáž podložky		12
9	mezisklad na pracovišti		
	celkem	7465,944	142

	výbojka deuteriová TOPAZ	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	180	
2	cesta na pracoviště	22,1	
3	výbojka	9	
4	objímka montáž červíků		36,5
5	celková montáž		110
6	Kalibrace (světelný bod)		600
7	analýza		3600
8	vyjmutí a chlazení	900	
9	leukopren zalití		132,6
10	dokončovací operace		900
11	mezisklad na pracovišti		
	celkem	1111,1	5379,1

	držák štěrbinový sestava	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	150	
2	cesta na pracoviště	35,3	
3	vyštípnutí krytky štěrbinový		20
4	kompletace		9
5	uskladnění na pracovišti		
	celkem	185,3	29

	objímka objektivu	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	150	
2	cesta k myčce	18,2	
3	mytí objímky	7560	
4	cesta a pracoviště	62	
5	mytí čočky	11	
6	montáž čočky		40
7	centrování		30
8	cesta na z E na F	12	
9	výroba těsnění		10
10	cesta z F na E	12	
11	kontrola čočky	20	
12	uskladnění na pracovišti		
	celkem	7736,55	80

	držák zrcadla	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	150	
2	cesta na pracoviště	35,2	
3	osazení šroubem M4X10		30
4	osazení šroubu do červíku		2
5	osazení červa a čep. a utažení		25
6	osazení držáků mřížky		43,2
7	utažení šroub. naneš. emulze		50,6
8	uskladnění na pracovišti		
	celkem	185,2	150,8

	montáž flash jednotky 600	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	600	
2	cesta k myčce	18,2	
3	mytí plechů v myčce	7200	
4	cesta na pracoviště	62	
5	chůze z E na F	12	
6	lisování		97
7	chůze z F na E	12	
8	montáž ventilátorů		139
9	montáž úchytů zdroje		61
10	montáž úchytů sloupků pro Adria.		27
11	připojení lišty		62
12	montáž ADRIANY		39,29
13	montáž PS36B		42,2
14	montáž desky s Adrian. a zdrojem		40,2
15	utažení drátů ventilátoru		15
16	montáž úchytů		30
17	zalepení šroubů barvou		32
18	utažení drátů		15
19	montáž úchytů		30
20	cesta z E3 na D2 pro monochromátor	36	
21	cesta z D2 na E3 s monochrom na prac.	36	
22	montáž monochromátoru		53,9
21	propojení drátů		7
22	montáž vodítka osvětlovače		31
23	uskladnění na pracovišti E		
24	transport na B oživovna	50,84	
	celkem	8027,04	721,59

	výroba monochromátoru D2	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	cesta k uskladnění na D	4	
2	cesta pro lampu	2	
3	uložení lampy očištění		10
4	montáž lampy do pouzdra		30
5	odklopení víka		10
6	montáž posuvníku na krabici		19
7	montáž opěry		8
8	montáž lože zrcadla, objím., zrcad.		73
9	vložení do krabice monochrom.		10
10	vložení mřížky do držáku mříž.		117
11	vložení držáku (kompletní)		76
12	ulož. nastav. držáku štěrbin		117
13	připoj. ke zdroji, kalibr. zrcat. a mříž.		140
14	výměna držáku štěrbin za funkční		56
15	manuální nastavení paprsku		177
16	vyjmutí přípravku	15,25	
17	vložení filtru do snímač. a kalibrace		68
18	vlož. snímač. jednot. do skřín. mono.		94
19	kalibrace (využití PC), nastav filtru		423
20	vyfouknutí prachu ze skříně	5	
21	zакapání šroubů barvou		22,91
22	zakrytování		80
23	montáž zadního víka		21
24	montáž krytky přívodního kabelu		25
25	popsání a nalepení štítku	23	
26	připojení, testování a kalibrace		180
27	odpojení kabelů do přípravku		12
28	zакapání šroubů skříně monoch.		10
29	uskladnění na pracovišti D	6	
	celkem	55,25	1778,91

	výroba monochromátoru E1	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	300	
2	cesta na pracoviště	35,2	
3	chůze pro blok monochromátoru	5	
4	chůze z E na F	10	
5	lisování kolíků		56
6	chůze na F na E	10	
7	prostružení díry		44
8	nandání šroubů		3
9	sražení hran		15
10	vyfouknutí	3	
11	kalibrace	3	
12	vložení štěrbiny		5
13	uložení nosiče zrcadla		39
14	chůze pro objektiv	6	
16	výroba těsnění		60
17	montáž těsnění		3
18	montáž objektivu		40
19	zakrytování		23
20	chůze pro vnitřní kryt kyvety	5	
21	čištění krytu kyvety od nálepky	300	
22	osazení šrouby a podložkou		150
23	přepákování krytu kyvety		65
24	montáž krytu kyvety na bok		75
25	chůze pro osvětlovač	19,7	
26	cesta zpět na pracoviště s osvětlo.	19,7	
27	montáž		10
28	cesta pro kyvetu	5	
29	montáž pojezdů		46
30	chůze pro klips	6	
31	čištění klipsu	45	
32	sražení hran klipsu a leštění	612	
33	montáž klipsu		68
34	napružení klipsu a centrování		30
35	montáž a utažení šroubů a utažení		120
36	nastavení klipsu		11
37	uskladnění na pracovišti		
38	transport z E1 na D2	36	
	celkem	1420,6	863

	Adriana 46	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	příprava součástek (sklad)	40	
2	příprava a kontrola výkresu	20	
2	chůze pro přípravek (pasta)	58,78	
3	chůze pro fólii	4	
4	hledání fólie	5	
5	chůze zpět s fólií	4	
6	příprava přípravku na pasto.	120	
7	nanesení pasty		30
8	tištěný spoj do stroje	5	
9	výroba spoje na stroji		400
10	vyjmutí a cesta na pracoviš.	10	
11	kontrola desky	240	
12	deska do trouby	5	
13	pečení tištěného spoje		2400
14	vyjmutí a cesta na pracoviš.	10	
15	proměření hodnoty odporů	16	
16	k přípravku na ohyb. odporů	5	
17	ohýbání odporů		10
18	cesta na pracoviště	5	
19	nastříkání měřícího bodu		6,28
20	příprava krystalu	5	
21	příprava součástek	12	
22	pájení a osazení součást.		303
23	nalepení cedulky	10	
24	přesun na další pracoviště	5	
25	optická kontrola tiš. spoje	243	
26	oživování desky		720
27	vložení do pytlíku	52	
28	uskladnění na pracovišti		
29	transport z A na E	62	
	celkem	936,78	3869,28

	zdroj PS 36B	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	příprava součástek (sklad)	66	
2	příprava a kontrola výkresu	20	
2	chůze pro přípravek(pasta)	58,78	
3	chůze pro fólii	4	
4	hledání fólie	5	
5	chůze zpět s folií	4	
6	příprava přípravku na pasto.	120	
7	nanesení pasty		30
8	tištěný spoj do stroje	5	
9	výroba spoje na stroji		720
10	vyjmutí a cesta na pracoviš.	10	
11	kontrola desky	240	
12	deska do trouby	5	
13	pečení tištěného spoje		2400
14	vyjmutí a cesta na pracoviš.	10	
15	proměření hodnoty odporů	16	
16	k přípravku na ohyb. odporů	5	
17	ohýbání odporů		10
18	cesta na pracoviště	5	
19	nastříkání měřícího bodu		6,28
20	příprava krystalu	5	
21	příprava součástek	12	
22	pájení a osazení součást.		1800
23	nalepení cedulky	10	
24	přesun na další pracoviště	5	
25	optická kontrola tiš. spoje	351	
26	oživování desky		800
27	vložení do pytlíku	52	
28	uskladnění na pracovišti		
29	transport z A na E	62	
	celkem	1070,78	5766,28

	kyveta preparativní	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	vyskladnění součástek	150	
2	cesta k myčce	18,2	
3	mytí	1800	
4	cesta od myčky na pracoviště	62	
5	příprava součástek na pracovišti	180	
6	cesta do dílny	12	
7	výroba těsnění		10
8	cesta na pracoviště	12	
9	čištění sklíček	30	
10	montáž kyvety		300
11	cesta ke zkušebnímu stroji	5	
12	zkoušení kyvety	1320	
13	opakování měření	1320	
14	lepení štítku	30	
16	uskladnění na pracovišti		
17	transport z E na B	50,84	
	celkem	4886,39	310

	oživování a testování	čas[s]	čas[s]
č.	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	doplnění kabelů		123
2	nahrání software		600
3	zapojení do testovacího software	900	
4	zahoření přes noc	72000	
5	ustálení přístroje na test. softwaru.		1200
6	nastavení a kontrola default. hodnot		1500
7	zакapání silikonem a zalep. šroubů		123
8	transport na vibrační stroj	17	
9	vibrační kontrola přístroje		300
10	transport z vibrační stroj na B	17	
11	opětovná kontrola přístroje		600
12	vysušení kyvety a její montáž		125
13	vygenerování protokolu		126
14	transport na expedici		23
	celkem	72934	4720

	snímací jednotka s diodami	čas[s]	čas[s]
č	činnost	plýtvání	přidaná hodnota
1	příprava součástek (sklad)	66	
2	chůze pro přípravek(pasta)	58,78	
3	chůze pro fólii	4	
4	hledání fólie	5	
5	chůze zpět s fólií	4	
6	přívava přípravku na pasto.	120	
7	nanesení pasty		30
8	tištěný spoj do stroje	5	
9	výroba spoje na stroji		150
10	vyjmutí	10	
11	kontrola desky	240	
12	deska do trouby	5	
13	pečení desky		2700
14	ohybání odporů		15
15	cesta na pracoviště	62	
16	výroba kabelu		1320
17	příprava součástek před pájením	46	
18	pájení součástek a kabelu		300
19	cesta pro základna snímací jed.	35,2	
20	vyskladnění	120	
21	cesta ze skladu na pracoviště	35,2	
22	úprava základní jednotky na uzemě.		180
23	uložení snímače		5
24	utažení šroubů		20
25	nahřátí pájky	300	
26	pájení součástek a kabelu		126
27	zalepení lepidlem		125
28	nalepení štítku a uložení do sáčku	120	
29	transport na oživení z E na A	62	
30	uskladnění na A		
31	příprava přípravku	300	
32	optická kontrola tištěného spoje	65	
33	zpoj. mikroskop., kontrola sníma.	56	
34	seřízení rovinosti		15
35	připojení ke zkušebnímu přípravku	10	
36	testování	53,73	
37	ekomac (PC) zkoušení snímac. jed.	198	
38	polepení štítkem	30	
40	zalepení šroubů barvou		61
41	zabalení do pytlíku	30	
42	transport z A na D2	29	
	celkem	2069,91	5047

Příloha č. 3 – Časy výroby a transportních vzdáleností nového výrobního systému

	osvětlovač sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	tubus osvětlovače		x		2	3	D1
2	kolíček do tubusu	x				30	D1
3	justážní objímka	x				33,4	D1
4	upínka	x				33,16	D1
5	celková montáž	x				138	D1
6	chůze pro lampu		x		2	5	D1
7	vyndání lampy z krabice	x				12,12	D1
8	centrování lampy	x				82	D1
9	mezisklad na pracovišti						D1
10	transport Z D na E		x		2	5	D1 na D
	celkem				6	341,7	

	pouzdro výbojky				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	pouzdro výbojky		x		8	9,5	D1 do F
2	lisování kolíčky, vodičko	x				123	F
3	pouzdro výbojky		x		8	9,5	F do D1
4	montáž víko pouzdra	x				20	D1
5	mezisklad na pracovišti						D1
	celkem				16	162	

	kondenzor sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	kontrola čočky			x		20	D1
2	těleso kondenzoru		x		8	9,5	D1 do F
3	lisování, kolíčky, čočka	x				127	F
4	výroba podložky (lis)	x				3	F
5	těleso kondenzoru		x		8	9,5	F do D1
6	montáž podložky	x				12	D 1
7	mezisklad na pracovišti						D1
	celkem				16	181	

	výbojka deuteriová TOPAZ				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	výbojka		x			9	D1
2	objímka montáž červíků	x				36,5	D1
3	celková montáž	x				110	D1
4	Kalibrace (světelný bod)			x		600	D1
5	analýza			x		3600	D1
6	vyjmutí a chlazení	x				900	D1
7	leukopren zalití	x				132,6	D1
8	dokončovací operace	x				900	D1
9	mezisklad na pracovišti				2	5	D1
	celkem				2	6293,1	

	držák štěrbinový sestava				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	vyštípnutí krytky štěrbinový	x				20	D3
2	kompletace	x				9	D3
3	uskladnění na pracovišti						D3
4	transport z D3 na D mezisklad		x		2	3	D3 na D
	celkem				2	32	

	objímka objektivu				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	mytí čočky	x				11	E2
2	montáž čočky	x				40	E2
3	centrování	x				30	E2
4	cesta na z E na F		x		2,2	3	E2 na F
5	výroba těsnění	x				10	F
6	cesta z F na E		x		2,2	3	F na E2
7	kontrola čočky			x		20	E2
8	uskladnění na pracovišti						D3 mez.
9	transport z E na D mezisklad				2,5	4	D na D3
	celkem				6,9	121	

	držák zrcadla				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	osazení šroubem M4X10	x				30	D3
2	osazení šroubu do červíku	x				2	D3
3	osazení červa a čep. a utažení	x				25	D3
4	osazení držáků mřížky	x				43,2	D3
5	utažení šroub. nanes. emulze	x				50,6	D3
6	transport z D na mezisklad D		x		2	4	D3 na D
	celkem				2	154,8	

	montáž flash jednotky 600				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	chůze z E na F		x		5	8	E3 na F
2	lisování	x				97	F
3	chůze z F na E		x		5	8	F na E3
4	montáž ventilátorů	x				139	E3
5	montáž úchytů zdroje	x				61	E3 na F
6	montáž úchytů sloupků pro Adria.	x				27	E3
7	připojení lišty	x				62	E3
8	montáž ADRIANY	x				39,29	E3
9	montáž PS36B	x				42,2	E3
10	montáž desky s Adrian. a zdrojem	x				40,2	E3
11	utažení drátů ventilátoru	x				15	E3
12	montáž úchytů	x				30	E3
13	zalepení šroubů barvou	x				32	E3
14	utažení drátů	x				15	E3
15	montáž úchytů	x				30	E3
16	cesta z E na D pro monochromátor		x		14	27	E3 na D2
17	cesta z D na E s monochrom na prac.		x		14	27	D2 na E3
18	montáž monochromátoru	x				53,9	E3
19	propojení drátů	x				7	E3
20	montáž vodička osvětlovače	x				31	E3
21	transport na B oživovna		x		6,4	8	E na B
	celkem				44,4	799,6	

	kyveta preparativní				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	cesta do dílny		x		2	3	E2 na F
2	výroba těsnění	x				10	F
3	cesta na pracoviště		x		2	3	F na E2
4	čištění sklíček	x				30	E2
5	montáž kyvety	x				300	E2
6	cesta ke zkušebnímu stroji		x		3	5	E2
7	zkoušení kyvety	x				1320	E2
8	opakování měření			x		1320	E2
9	lepení štítku	x				30	E2
10	uskladnění na pracovišti	x					E2
11	transport z E na B		x		12,6	18	E2 na B
	celkem				19,6	3039	

	oživování a testování				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	doplnění kabelů	x				123	B
2	nahrání software	x				600	B
3	zapojení do testovacího software	x				900	B
4	zahoření přes noc	x				72000	B
5	ustálení přístroje na test. softwar.	x				1200	B
6	Nastav. a kontrola default. hodnot	x				1500	B
7	zakapání silikonem a zalep. šroubů	x				123	B
8	transport na vibrační stroj		x		2	4	B na T
9	vibrační kontrola přístroje	x				300	T
10	transport z vibrační stroj na B		x		2	4	T na B
11	opětovná kontrola přístroje	x				600	B
12	vysušení kyvety a její montáž	x				125	B
13	vygenerování protokolu	x				126	B
14	transport na expedici		x		15	24	B na C
	celkem				19	77629	

	snímací jednotka s diodami				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	chůze pro fólii		x		3	4	A
2	hledání fólie	x				5	A
3	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
4	příprava přípravku na pastu.	x				120	A
5	nanesení pasty	x				30	A
6	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
7	výroba spoje na stroji	x				150	A
8	vyjmutí		x		3	10	A
9	kontrola desky			x		240	A
10	deska do trouby		x		2	5	A
11	pečení tištěného spoje	x				2700	A
12	ohýbání odporů	x				15	A
13	výroba kabelu	x				1320	A
14	příprava součástek před pájením	x				46	A
16	pájení součástek a kabelu	x				300	A
17	úprava základní jednotky na uzemě.	x				180	A
18	uložení snímače	x				5	A
19	utažení šroubů	x				20	A
20	nahrátí pájky					300	A
21	pájení součástek a kabelu	x				126	A
22	zalepení lepidlem	x				125	A
23	nalepení štítku a uložení do sáčku	x				120	A
24	příprava přípravku	x				300	A
25	optická kontrola tištěného spoje	x				65	A
26	zapoř. Mikroskop., kontrola sníma.	x				56	A
27	seřízení rovinnosti	x				15	A
28	připojení ke zkušebnímu přípravku	x				10	A
29	testování	x				53,73	A
30	ekomac(PC) zkoušení snímac. jed.	x				198	A
31	polepení štítkem	x				30	A
32	zalepení šroubů barvou	x				61	A
33	zabalení do pytlíku	x				30	A
34	transport z A na D2		x		17	20	A na D2
	celkem				31	6669	

	zdroj PS 36B				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	chůze pro fólii		x		3	4	A
2	hledání fólie	x				5	A
3	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
4	příprava přípravku na pasto.	x				120	A
5	nanesení pasty	x				30	A
6	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
7	výroba spoje na stroji	x				720	A
8	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		3	10	A
9	kontrola desky			x		240	A
10	deska do trouby		x		2	5	A
11	pečení tištěného spoje	x				2400	A
12	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		2	10	A
13	proměření hodnoty odporů			x		16	A
14	k přípravku na ohyb. odporů		x		3	5	A
15	ohýbání odporů	x				10	A
16	cesta na pracoviště		x		3	5	A
17	nastříkání měřícího bodu	x				6,28	A
18	příprava krystalu	x				5	A
19	příprava součástek	x				12	A
20	pájení a osazení součást.	x				1800	A
21	nalepení cedulky	x				10	A
22	přesun na další pracoviště		x		2	5	A
23	optická kontrola tiš. spoje			x		351	A
24	oživování desky	x				800	A
25	vložení do pytlíku	x				52	A
26	transport z A na E mezisklad		x		6,5	9	
	celkem				30,5	6639	

	výroba monochromátoru D3				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	chůze pro blok monochromátoru		x		2	5	D3
2	chůze z E na D3		x		7	11	D3 na F
3	lisování kolíků	x				56	F
4	chůze na F na D3		x		7	11	F na D3
5	prostrčení díry	x				44	D3
6	nandání šroubů	x				3	D3
7	sražení hran	x				15	D3
8	vyfouknutí	x				3	D3
9	kalibrace	x				3	D3
10	vložení štěrbin	x				5	D3
11	uložení nosiče zrcadla	x				39	D3
12	chůze pro o objektiv		x		2	3	D3
13	výroba těsnění	x				60	D3 a F
14	montáž těsnění	x				3	D3
15	montáž objektivu	x				40	D3
16	zakrytování	x				23	D3
17	chůze pro vnitřní kryt kyvety		x		3	4	D3
19	osazení šrouby a podložkou	x				150	D3
20	přepákování krytu kyvety	x				65	D3
21	montáž krytu kyvety na bok	x				75	D3
22	chůze pro osvětlovač		x		1	2	D3 na D
23	cesta zpět na pracoviště s osvětlo.		x		1	2	D na E
24	montáž	x				10	D3
25	cesta pro kyvetu		x		2	5	D3 na D
26	montáž pojezdů	x				46	D3
27	chůze pro klips		x		3	6	D3
28	montáž klipsu	x				68	D3
29	napružení klipsu a centrování	x				30	D3
30	montáž a utažení šroubů a utaže.	x				120	D3
31	nastavení klipsu	x				11	D3
32	uskladnění na pracovišti						D3
33	transport z D3 na mezisklad D		x		2	3	D3 na D2
	celkem				30	921	

	výroba monochromátoru D2				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	cesta k uskladnění na D		x		3	4	D2
2	cesta pro lampu		x		2	2	D2
3	uložení lampy očištění	x				10	D2
4	montáž lampy do pouzdra	x				30	D2
5	odklopení víka	x				10	D2
6	montáž posuvníku na krabici	x				19	D2
7	montáž opěry	x				8	D2
8	montáž lože zrcadla,objím.,zrcad.	x				73	D2
9	vložení do krabice monochrom.	x				10	D2
10	vložení mřížky do držáku mříž.	x				117	D2
11	vložení držáku (kompletní)	x				76	D2
12	ulož. nastav. držáku štěrbin	x				117	D2
13	připoj. k zdroji, kalibr. zrcád. a mříž.	x				140	D2
14	výměna držáku štěrbin za funkční	x				56	D2
15	manuální nastavení paprsku	x				177	D2
16	vyjmutí přípravku	x				15,25	D2
17	vložení filtru do snímač. a kalibrace	x				68	D2
18	vlož.snímac.jednot.do skřín.mono.	x				94	D2
19	kalibrace (využití PC), nastav filtru	x				423	D2
20	vyfouknutí prachu ze skříně	x				5	D2
21	zakapání šroubů barvou	x				22,91	D2
22	zakrytování	x				80	D2
23	montáž zadního víka	x				21	D2
24	montáž krytky přívodního kabelu	x				25	D2
25	popsání a nalepení štítku	x				23	D2
26	připojení,testování a kalibrace	x				180	D2
27	odpojení kabelů od přípravku	x				12	D2
28	zakapání šroubů skříně monoch.	x				10	D2
29	transport na E		x		14	36	D1 na E3
	celkem				19	1864	

	Adriana 46				[m]	[s]	
č.	činnost	operace	transport	kontrola	vzdálenost	čas	pohyb
1	chůze pro fólii		x		3	4	A
2	hledání fólie	x				5	A
3	chůze zpět s fólií		x		3	4	A
4	příprava přípravku na pasto.	x				120	A
5	nanesení pasty	x				30	A
6	tištěný spoj do stroje		x		3	5	A
7	výroba spoje na stroji	x				400	A
8	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		3	10	A
9	kontrola desky			x		240	A
10	deska do trouby		x		2	5	A
11	pečení tištěného spoje	x				2400	A
12	vyjmutí a cesta na pracoviš.		x		2	10	A
13	proměření hodnoty odporů			x		16	A
14	k přípravku na ohyb. odporů		x		3	5	A
15	ohýbání odporů	x				10	A
16	cesta na pracoviště		x		3	5	A
17	nastříkání měřicího bodu	x				6,28	A
18	příprava krystalu	x				5	A
19	příprava součástek	x				12	A
20	pájení a osazení součást.	x				303	A
22	nalepení cedulky	x				10	A
23	přesun na další pracoviště		x		2	5	A
24	optická kontrola tiš. spoje			x		243	A
25	oživování desky	x				720	A
26	vložení do pytlíku	x				52	A
27	transport z A na E		x		6,5	9	
	celkem				30,5	4634	

Příloha č. 4 – Poměr mezi přidanou hodnotou a plýtváním v novém výrobním systému

	osvětlovač sestava	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	tubus osvětlovače		3
2	kolíček do tubusu	30	
3	justážní objímka	33,4	
4	upínka	33,16	
5	celková montáž	138	
6	chůze pro lampu		5
7	vyndání lampy z krabice		12,12
8	centrování lampy	82	
9	mezisklad na pracovišti		
10	transport Z D na E		5
	celkem [s]	316,56	25,12

	pouzdro výbojky	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	pouzdro výbojky		9,5
2	lisování kolíčky, vodítko	123	
3	pouzdro výbojky		9,5
4	montáž víko pouzdra	20	
5	mezisklad na pracovišti		
	celkem [s]	143	19

	kondenzor sestava	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	kontrola čočky		20
2	těleso kondenzoru		9,5
3	Lisování, kolíky, čočka	127	
4	výroba podložky (lis)	3	
5	těleso kondenzoru		9,5
6	montáž podložky	12	
7	mezisklad na pracovišti		
	celkem [s]	142	39

	výbojka deuteriová TOPAZ	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	výbojka		9
2	objímka montáž červíků	36,5	
3	celková montáž	110	
4	kalibrace(světelný bod)	600	
5	analýza	3600	
6	vyjmutí a chlazení		900
7	leukopren zalití	132,6	
8	dokončovací operace	900	
9	mezisklad na pracovišti		5
	celkem [s]	5379,1	914

	Adriana 46	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	chůze pro fólii		4
2	hledání fólie		5
3	chůze zpět s folií		4
4	příprava přípravku na pasto.		120
5	nanesení pasty	30	
6	tištěný spoj do stroje		5
7	výroba spoje na stroji	400	
8	vyjmutí a cesta na pracoviš.		10
9	kontrola desky		240
10	deska do trouby		5
11	pečení tištěného spoje	2400	
12	vyjmutí a cesta na pracoviš.		10
13	proměření hodnoty odporů		16
14	k přípravku na ohyb. odporů		5
15	ohýbání odporů	10	
16	cesta na pracoviště		5
17	nastříkání měřicího bodu	6,28	
18	příprava krystalu		5
19	příprava součástek		12
20	pájení a osazení součást.	303	
22	nalepení cedulky		10
23	přesun na další pracoviště		5
24	optická kontrola tiš. spoje		243
25	oživování desky	720	
26	vložení do pytlíku		52
27	transport z A na E		9
	celkem [s]	3869,28	765

	držák štěrby sestava	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	vyštípnutí krytky štěrby	20	
2	kompletace	9	
3	uskladnění na pracovišti		
4	transport z D3 na D		2
	celkem [s]	29	2

	objímka objektivu	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	mytí čočky		11
2	montáž čočky	40	
3	centrování	30	
4	cesta na z E na F		3
5	výroba těsnění	10	
6	cesta z F na E		3
7	kontrola čočky		20
8	uskladnění na pracovišti		
9	transport z E2 na D mezisklad		4
	celkem [s]	80	41

	držák zrcadla [s]	přidává	ubírá [s]
č.	činnost		
1	osazení šroubem M4X10	30	
2	osazení šroubu do červíku	2	
3	osazení červa a čep. a utažení	25	
4	osazení držáků mřížky	43,2	
5	utažení šroub. naneš. emulze	50,6	
6	transport z D3 na mezisklad D		4
	celkem [s]	150,8	4

	výroba monochromátoru D2	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	cesta k uskladnění na D		4
2	cesta pro lampu		2
3	uložení lampy očištění	10	
4	montáž lampy do pouzdra	30	
5	odklopení víka	10	
6	montáž posuvníku na krabici	19	
7	montáž opěry	8	
8	montáž lože zrcadla, objím.,zrcad.	73	
9	vložení do krabice monochrom.	10	
10	vložení mřížky do držáku mříž.	117	
11	vložení držáku (kompletní)	76	
12	ulož. nastav. držáku štěrbin	117	
13	připoj. k zdroji, kalibr. zrcad. a mříž.	140	
14	výměna držáku štěrbin za funkční	56	
15	manuální nastavení paprsku	177	
16	vyjmutí přípravku		15,25
17	vložení filtru do snímač. a kalibrace	68	
18	vlož.snímac.jednot.do skřín.mono.	94	
19	kalibrace (využití PC), nastav filtru	423	
20	vyfouknutí prachu ze skříně		5
21	zakapání šroubů barvou	22,91	
22	zakrytování	80	
23	montáž zadního víka	21	
24	montáž krytky přívodního kabelu	25	
25	popsání a nalepení štítku		23
26	připojení,testování a kalibrace	180	
27	odpojení kabelů od přípravku	12	
28	zakapání šroubů skříně monoch.	10	
29	transport na E3		36
	celkem [s]	1778,91	85,25

	výroba monochromátoru D3	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	chůze pro blok monochromátoru		5
2	chůze z E na D3		11
3	lisování kolíků	56	
4	chůze na F na D3		11
5	prostružení díry	44	
6	nandání šroubů	3	
7	sražení hran	15	
8	vyfouknutí		3
9	kalibrace		3
10	vložení štěrbiny	5	
11	uložení nosiče zrcadla	39	
12	chůze pro objektiv		3
13	výroba těsnění	60	
14	montáž těsnění	3	
15	montáž objektivu	40	
16	zakrytování	23	
17	chůze pro vnitřní kryt kyvety		4
19	osazení šrouby a podložkou	150	
20	přepákování krytu kyvety	65	
21	montáž krytu kyvety na bok	75	
22	chůze pro osvětlovač		2
23	cesta zpět na pracoviště s osvětlo.		2
24	montáž	10	
25	cesta pro kyvetu		5
26	montáž pojezdů	46	
27	chůze pro klips		6
28	montáž klipsu	68	
29	napružení klipsu a centrování	30	
30	montáž a utažení šroubů a utažení	120	
31	nastavení klipsu	11	
32	uskladnění na pracovišti		
33	transport z D3 na mezisklad D		3
	celkem [s]	863	58

	montáž flash jednotky 600	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	chůze z E na F		8
2	lisování	97	
3	chůze z F na E		8
4	montáž ventilátorů	139	
5	montáž úchytů zdroje	61	
6	montáž úchytů sloupků pro Adria.	27	
7	připojení lišty	62	
8	montáž ADRIANY	39,29	
9	montáž PS36B	42,2	
10	montáž desky s Adrian. a zdrojem	40,2	
11	utažení drátů ventilátoru	15	
12	montáž úchytů	30	
13	zalepení šroubů barvou	32	
14	utažení drátů	15	
15	montáž úchytů	30	
16	cesta z E na D pro monochromátor		27
17	cesta z D na E s monochrom na prac.		27
18	montáž monochromátoru	53,9	
19	propojení drátů	7	
20	montáž vodítka osvětlovače	31	
21	transport na B oživovna		8
	celkem [s]	721,59	78

	kyveta preparativní	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	cesta do dílny		3
2	výroba těsnění	10	
3	cesta na pracoviště		3
4	čištění sklíčků		30
5	montáž kyvety	300	
6	cesta ke zkušebnímu stroji		5
7	zkoušení kyvety		1320
8	opakování měření		1320
9	lepení štítku		30
10	uskladnění na pracovišti		
11	transport z E2 na B		18
	celkem [s]	310	2729

	zdroj PS 36B	přidává [s]	ubírá [s]
č.	činnost		
1	chůze pro fólii		4
2	hledání fólie		5
3	chůze zpět s fólií		4
4	příprava přípravku na pasto.		120
5	nanesení pasty	30	
6	tištěný spoj do stroje		5
7	výroba spoje na stroji	720	
8	vyjmutí a cesta na pracoviš.		10
9	kontrola desky		240
10	deska do trouby		5
11	pečení tištěného spoje	2400	
12	vyjmutí a cesta na pracoviš.		10
13	proměření hodnoty odporů		16
14	k přípravku na ohyb. odporů		5
15	ohýbání odporů	10	
16	cesta na pracoviště		5
17	nastříkání měřicího bodu	6,28	
18	příprava krystalu		5
19	příprava součástek		12
20	pájení a osazení součást.	1800	
21	nalepení cedulky		10
22	přesun na další pracoviště		5
23	optická kontrola tiš. spoje		351
24	oživování desky	800	
25	vložení do pytlíku		52
26	transport z A na E mezisklad		9
	celkem [s]	5766,28	873

	snímací jednotka s diodami	přidává [s]	ubírá [s]
č	činnost		
1	chůze pro fólii		4
2	hledání fólie		5
3	chůze zpět s fólií		4
4	příprava přípravku na pastování		120
5	nanesení pasty	30	
6	tištěný spoj do stroje		5
7	výroba spoje na stroji	150	
8	vyjmutí		10
9	kontrola desky		240
10	deska do trouby		5
11	pečení tištěného spoje	2700	
12	ohýbání odporů	15	
13	výroba kabelu	1320	
14	příprava součástek před pájením		46
16	pájení součástek a kabelu	300	
17	úprava základní jednotky na uzemě.	180	
18	uložení snímače	5	
19	utažení šroubů	20	
20	nahřátí pájky		300
21	pájení součástek a kabelu	126	
22	zalepení lepidlem	125	
23	nalepení štítku a uložení do sáčku		120
24	příprava přípravku		300
25	optická kontrola tištěného spoje		65
26	zpoj. Mikroskop., kontrola snímače		56
27	seřízení rovinnosti	15	
28	připojení ke zkušebnímu přípravku		10
29	testování		53,7
30	ekomac (PC) zkoušení snímací jed.		198
31	polepení štítkem		30
32	zalepení šroubů barvou	61	
33	zabalení do pytlíku		30
34	transport z A na D2		20
	celkem [s]	5047	1621,7

	oživování a testování	přidává [s]	ubírá [s]
č	činnost		
1	doplnění kabelů	123	
2	nahrání software	600	
3	zapojení do testovacího software	900	
4	zahoření přes noc		72000
5	ustálení přístroje na test software	1200	
6	nastavení a kontrola default. hodnot	1500	
7	zakapání silikonem a zalepení šroubů	123	
8	transport na vibrační stroj		4
9	vibrační kontrola přístroje		300
10	transport z vibrační stroj na B		4
11	opětovná kontrola přístroje		600
12	vysušení kyvety a její montáž	125	
13	vygenerování protokolu	126	
14	transport na expedici		24
	celkem [s]	4697	72932